

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

Chyby ľudského činiteľa v údržbe lietadiel

Human factor fails in aircraft maintenance

Student: Dominik Dodek

Osobní číslo: DOD0010

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Karel Szydłowski

Ostrava 2020

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

Zadání bakalářské práce

Student: **Dominik Dodek**
Studijní program: B3712 Technologie letecké dopravy
Studijní obor: 3708R038 Technologie údržby letecké techniky
Téma: Chyby lidského činitele v údržbě letounů
Human Factor Fails in Aircraft Maintenance
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Cíl práce:

Vytvořit statistiky a analýzy chyb lidského činitele v údržbě letounů a jejich možného řešení.

Osnova práce:

1. Úvod – motivace k řešení.
2. Lidský činitel v letectví a jeho vlivy na AMT.
3. Problematika leteckých nehod a specifika šetření nehody vyplývající ze selhání při údržbě.
4. Charakteristika příčin selhání v údržbě letounů a jejich možné řešení.
5. Statistika příčin chyb v údržbě letounů.
6. Zhodnocení dosažených výsledků.
7. Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

ANON., nedatováno. Aviation Safety Network > ASN Aviation Safety Database > (Contributory) cause index > Safety issue list [online] [vid. 2019-11-22]. Dostupné z: <https://aviation-safety.net/database/events/event.php?code=MA>.

ANON., nedatováno. Fatigue Risk in Maintenance - SKYbrary Aviation Safety [online] [vid. 2019-11-22]. Dostupné z: https://www.skybrary.aero/index.php/Fatigue_Risk_in_Maintenance#Accidents_and_Incidents.

ANON., nedatováno. Air Accidents Investigation Branch reports. GOV.UK [online] [vid. 2019-11-22]. Dostupné z: <https://www.gov.uk/aaib-reports>.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Karel Szydłowski**

Datum zadání: 20.12.2019

Datum odevzdání: 18.05.2020



prof. Ing. Aleš Sliva, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty



Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 18. května 2020



.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou bakalářskou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona), bude-li požadováno, jeden výtisk této bakalářské práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- beru na vědomí, že podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů – že tato bakalářská práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 18 května 2020.



.....
Podpis studenta

ANOTÁCIA BAKALÁRSKEJ PRÁCE

DODEK, D. *Chyby ľudského činiteľa v údržbe lietadiel: bakalárska práca*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojná, Inštitút dopravy, 2020, 63 s. Vedúci práce: Mgr. Karel Szydlowski

Bakalárska práca sa zaoberá problematikou ľudského činiteľa v údržbe lietadiel konkrétne veľkých letúnov. Je rozdelená na tri hlavné časti prvá časť sa venuje rôznym modelom, podľa ktorých sa ľudský činiteľ riadi a taktiež nás oboznamuje s postupmi pri riešení leteckých nehôd všeobecne a konkrétne pri riešení nehôd spôsobených nesprávnou údržbou. V druhej časti sa venuje hlavným faktorom, ktoré môžu viesť k leteckým nehodám aj s príkladmi nehôd. Ďalej uvádza pri každom faktore možnosti jeho eliminovania alebo aspoň možnosti zníženia ich výskytu. V tretej časti sú štatistiky a analýzy nehodovosti v letectve a nehôd, ktoré spôsobila nesprávna údržba a ďalšie pridružené údaje, ktoré úzko súvisia s údržbou.

Annotation of Bachelor thesis

Dodek, D. *The human factor fails in aircraft maintenance: Bachelor thesis*. Ostrava VSB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Transport, 2020, 63 p. Supervisor: Mgr. Karel Szydlowski

This Bachelor thesis deals with the issues of human factors in the maintenance of airplanes, specifically big airplanes. The work is divided into three main sections, the first section deals with different models, according to which the human factor is governed and it also acquaints us with the approaches dealing with the air crash generally and specifically dealing with air crashes caused by incorrect maintenance. The second part of this work deals with main factors which can lead to air crash also with the specific examples of accidents. It also states for each factor the possibilities of its elimination or at least the possibilities of reducing its occurrence. The third part includes statistics and analyzes of aviation accidents and incidents caused by improper maintenance and other associated data that are closely related to maintenance.

Zoznam použitých skratiek

Skratka	Slovenský jazyk	Anglický jazyk
A	Airbus	Airbus
AMM	Príručka pre údržbu lietadiel	Aircraft maintenance manual
AMT	Technik údržby lietadiel	Aircraft maintenance technic
APU	Pomocná energetická jednotka	Auxiliary power unit
ATS	Letové prevádzkové služby	Air traffic services
AWL	Zoznam káblov na lietadle	Aircraft wire list
AWM	Príručka k obsluhu káblov	Aircraft wire manual
B	Boeing	Boeing
ELAC	Počítač pre ovládanie výškovky a krídelok	Elevator aileron computer system
FMU	Jednotka riadenia letu	Flight managment system
FAA	Federálna správa letectva	Federal aviation administration
ICAO	Medzinárodná organizácia pre civilné letectvo	International civil aviation organization
IDG	Integrovaný hnací generátor	Integrated drive generator
ILS	Prístrojové pristátie	Instrument landing system
IPC	Ilustrovaný katalóg náhradných dielov	Illustrated parts catalog
MTOW	Maximálna vzletová hmotnosť	Maximum take off weight
LGCM	Riadiaci modul podvozku	Landing gear control module
NRC	Neobvyklá kontrola	Non routine control
SB	Servisný buletin	Service bulletin
SRM	Príručka pre opravu konštrukcie	Structural repair manual
TLU	Obmedzovač výchylky kormidla	Travel limitation unit

Obsah

1 Úvod	10
2 Ľudský činiteľ v letectve a jeho vplyv na AMT	11
2.1 Model SHELL	11
2.2 Reasnov model	13
3 Problematika leteckých nehôd a špecifiká vyšetrovania nehody vyplývajúcej zo zlyhania pri údržbe	14
3.1 Definícia	14
3.2 Vyšetrovanie leteckej nehody	15
3.3 MEDA – Maintenance error decidion aid	16
4 Charakteristika príčin zlyhania v údržbe lietadiel a ich možné riešenie	18
4.1 Dirty Dozen	18
4.2 Nedostatky v komunikácii	19
4.3 Sebauspokojenie (samoľúbosť)	21
4.4 Nedostatočné znalosti	23
4.5 Rozptýlenie	26
4.6 Nedostatky v tímovej činnosti	27
4.7 Únava	30
4.8 Nedostatok prostriedkov	32
4.9 Nátlak	34
4.10 Nízka asertivita	36
4.11 Stres	37
4.12 Nízka situačná vnímavosť	38
4.13 Skupinové normy	40
5 Štatistika príčin chýb v údržbe	43
5.1 Všeobecné štatistiky nehodovosti v letectve	44
5.2 Štatistika nehodovosti rozdelená podľa generácie letúnov	46
5.3 Štatistiky nehodovosti na základe chybnnej údržby od roku 2000 – 2019	49
6 Zhodnotenie dosiahnutých výsledkov	56

7 Záver	57
8 Zoznam použitej literatúry	60
9 Zoznam príloh	63

1 Úvod

V tejto bakalárskej práci sa venujem zlyhaniu ľudského činiteľa v údržbe lietadiel, konkrétne veľkých letúnov. Z dôvodu toho, že tato problematika môže byť často podceňovaná a bagatelizovaná do jedného problému spoločne s chybami pilota a to hlavne z toho dôvodu, že chýb pilota je niekoľko násobne viac. Preto môžu byť chyby v údržbe až na druhej koľaji a nebude im venovaná dostatočná pozornosť. Pri vypracovávaní štatistik, ktoré sa týkajú chýb v údržbe som analyzoval viac ako 100 záverečných správ a na ich základe vypracoval štatistiky a grafy.

Ľudský činiteľ je vedný obor, ktorý sa zaoberá problematikou chýb spôsobených človekom a skúma vzťah medzi človekom a technikou. Od tej doby, čo človek začal používať nástroje, tak sa aplikovala elementárna ergonómia, čo malo za následok rapídne zvýšenie efektivity práce. Skutočná revolúcia ale v oblasti ergonómie a taktiež ľudského činiteľa bolo v 20 storočí počas oboch veľkých vojnových konfliktov, kde počas 1 svetovej vojny sa optimalizovala výroba a zrýchľoval sa výcvik tisícky regrútov a počas 2 svetovej vojny sa riešil problém zo sofistikovanou technikou, ktorá prevyšovala schopnosti bežného človeka a pri výbere a výcviku človeka pre ich ovládanie bolo treba už použiť vedecký prístup. Poznanie, že vzdelávanie v oblasti ľudského činiteľa v letectve je potreba, umocnila nehoda, ktorá sa stala na ostrove Tenerife v roku 1977, kde sa zrazili na runway dva B747 a zomrelo 583 ľudí. Vyšetrenie zistilo veľké nedostatky práve v oblasti ľudského činiteľa.[1]

Veľmi efektívny spôsob ako získať informácie o ľudskej výkonnosti a chybách je zavedenie formalizovaných hlásení priamo z leteckej prevádzky. Aby však tento systém obsahoval maximálny počet dát je treba mať vlastný anonymný systém, kde by bolo možné chrániť pôvodcu týchto nahlásení pred nadriadeným. Prvý takýto systém vytvorila FAA v spolupráci s NASA v roku 1989, dodnes bolo zaznamenaných viac ako 110 000 hlásení a na ich základe vydaných skoro 1000 odporúčaní vo forme bulletinov.[1]

2 Ľudský činiteľ v letectve a jeho vplyv na AMT

Ľudský element je najflexibilnejší, najadaptívnejší a najcennejší článok v leteckom systéme ale taktiež najzraniteľnejší k nežiaducim vplyvom, ktoré môžu ovplyvniť jeho výkonnosť. Behom rokov sa ukázalo, že 3 zo 4 nehôd je spôsobených práve zníženou výkonnosťou človeka pritom ale vždy boli označovane ako „chyba pilota“. Tento termín ale vôbec nepomáha v prevencii pred chybami ale práve naopak môže pôsobiť kontraproduktívne pretože nám síce poukáže na to, kde sa stala chyba, vôbec však prečo sa stala. Primárnym cieľom ľudského činiteľa v leteckom odvetí je pochopenie ľudských schopností a obmedzení a následne ich aplikácia do leteckej prevádzky. Pre lepšie pochopenie problematiky ľudského činiteľa sa používajú rôzne modely, medzi najznámejšie patria **model „SHELL“** a **„Reasnov model.“**[1]

2.1 Model SHELL

Tento model znázorňuje ľudského činiteľa pomocou blokov, ktoré do seba zapadajú a zároveň sa aj vzájomne ovplyvňujú, kde jednotlivé bloky znázorňujú rôzne časti ľudského činiteľa. Tento model vznikol v roku 1972 prof. Edwardom a následne bol modifikovaný v roku 1975 prof. Hawkingom a bol pomenovaný podľa jednotlivých blokov, ktoré obsahuje.[1]

S – Software (postupy, symboly a atď.)

H – Hardware (stroj, náradie)

E – Enviroment (prostredie, kde sa všetko odohráva)

L – Liveware (človek v strede záujmu)

L – Liveware (ľudia s ktorými je jedinec v centre záujmu ako rodina, kolegovia a pod.)



Obr. 2.1 Model SHELL [1]

L – v centru modelu je človek ako najkritickejšia a zároveň aj najflexibilnejšia súčasť celého systému. Styčné hrany tohto modelu nie sú rovné aby upozornili na komplikované vzťahy medzi blokom L a ostatnými blokmi. Pri spojovaní týchto blokov musíme byť veľmi opatrný aby nedošlo k zvyšovaniu stresu alebo zlyhaniu celého systému. Aby došlo k bezproblémovému spojeniu je potreba dobre poznať charakteristiky človeka ako sú[1]:

Telesné rozmery. Pri návrhu nového miesta musíme brať v úvahu vek, pohlavie, etnikum. Všetko toto musíme brať v úvahu na začiatku navrhovaného procesu, dáta môžeme získať pomocou antropometrie a biomechaniky.

Fyzické potreby. Potreby človeka ohľadom potravín, vody a kyslíku sú zistiteľné pomocou fyziológie a biológie.

Zmyslový systém človeka. Ľudia majú zmyslový systém, ktorý im pomáha prijímať rôzne informácie, ktoré je nutné správne vyhodnocovať. Bohužiaľ všetky zmysly sú náchylné na starnutie a degradáciu, poznatky získavame pomocou fyziológie, psychológie a biológie.

Spracovanie informácií človekom. Tato schopnosť má veľké obmedzenia. Často krát viedli k nesprávnemu návrhu prístrojov aj varovných systémov. Pracujeme s krátkodobými a dlhodobými schopnosťami človeka a tiež aj s motiváciou a stresom, používame poznatky hlavne s psychológie.

Odozva na vonkajšie podnety. Až sú dostupne informácie v mozgu spracované, sú podnety vyslane smerom do svalov pre vyvolanie odozvy ako je fyzický pohyb alebo komunikácia, je potreba poznať vektory a potrebné sily, informácie nám poskytuje hlavne biomechanika, fyziológia a psychológia.

Keďže človek je centrálnou časťou bloku je potreba aby sa ostatné bloky adaptovali na rozhranie tohto bloku a stala sa spolupráce, čo najefektívnejšia.

L – H rozhranie (človek – stroj) je vzťah medzi človekom a strojom v našom prípade konkrétne medzi strojom a leteckým technikom ako napríklad: ergonómia nástrojov, čitateľnosť stupnice, veľkosť a počet montážnych otvorov a celkový prístup k jednotlivým častiam letúna. Veľkým nebezpečím v tomto vzťahu je, že človek si nemusí uvedomiť nedostatky v tomto rozhraní pretože človek sa dokáže adaptovať a toto nebezpečenstvo zakryť. V tomto ohľade je treba sa pozerať hlavne na konštruktérov.

L – S rozhranie je vzťah medzi človekom a „nefyzikálnym“ aspektami systémov ako sú postupy, vzhľad manuálov, kontrolných listov, používaná symbolika a počítačové programy. Problémom je, že tieto aspekty sa ťažšie opravujú a riešia (zlá symbolika, zlá interpretácia manuálu).

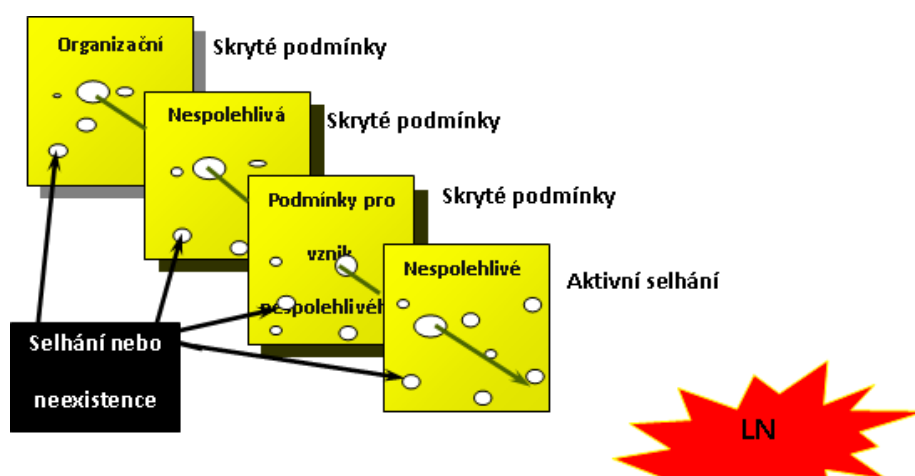
L – E rozhranie bolo objavené ako prvé, jednalo sa o prispôsobenie človeka na fyzikálne vlastnosti prostredia (helma, skafander, anti – g oblek) v neskorších časoch sa

začalo prostredie prispôsobovať človeku (pretlakovanie kabíny, teplota v kabíne alebo hangáru, hlučnosť v kabíne alebo hangáru. L – E rozhranie zahŕňa aj poruchy vnímania spôsobené prostredím.

L – L rozhranie je vzťah človeka s ostatnými ľuďmi. Toto rozhranie často zlyháva, keď členovia pracovného tímu nemajú rovnaké znalosti, tam, kde členovia majú rovnaké alebo podobné znalosti je najefektívnejší a má najmenšiu náchylnosť k vzniku chyby. Naopak v tíme, kde sú znalosti nerovnomerné a jeden človek svojimi znalosťami značne prevyšuje ostatných nie je až tak efektívny. Sú tu dôležité aspekty ako vodcovstvo, tímová práca, spolupráca a medziľudské vzťahy. Na človeka môžu taktiež negatívne pôsobiť ľudia s ktorými ani nepracuje napríklad: problémy v rodine, kedy sa človek nedokáže dostatočne sústrediť na prácu a premýšľa nad inými vecami.

2.2 Reasnov model

Tento model je odlišným typom vizualizácie problematiky ľudského činiteľa. Tento model si môžeme predstaviť ako plátky syra v ktorom sú diery. Diera nám predstavuje pochybenie. Pokiaľ dáme plátky syra na seba a všetky diery sa prekryjú tak tieto pochybenia vedú k leteckej nehode alebo incidentu. To znamená, že model nám dovoľuje odhaliť chyby v celej organizačnej štruktúre. Odhaľuje latentné a aktívne zlyhania.[1]



Obr. 2.2 Reasnov model [1]

3 Problematika leteckých nehôd a špecifiká vyšetrovania nehody vyplývajúcej zo zlyhania pri údržbe

Štandardy a doporučené postupy pre vyšetrovanie leteckých nehôd a incidentov boli prijaté radou 11.4.1951 na základe ustanovenia článku 37 Úmluvy o medzinárodnom civilnom letectve a označene ako príloha (annex) 13 k Úmluvy.

Podľa platnej legislatívy je jediným cieľom odborného zisťovania príčin leteckých nehôd a incidentov stanovenie účinných preventívnych opatrení. Účelom tohto procesu nie je prisudzovať vinu alebo zodpovednosť za zavinenie.

3.1 Definícia

Letecká nehoda je udalosť, ktorá sa stala pri prevádzke lietadla, kedy akákoľvek osoba nastúpila na palubu lietadla s úmyslom vykonať let až po dobu než tieto osoby opustili palubu lietadla a nevypne sa pohonné ústrojenstvo, pri ktorej došlo:

- k smrteľnému alebo ťažkému zraneniu osoby dôsledkom prítomnosti v lietadle, priamym kontaktom s akoukoľvek časťou lietadla alebo priamym pôsobením prúdom plynov vytvorených lietadlom
- zranenia, ktoré majú za následok smrť do 30 dní od vzniku nehody sú klasifikované ako smrteľné
- konštrukčne poškodenia, ktoré znižujú konštrukčnú pevnosť, výkonnosť lietadla a vyžadujú výmenu alebo opravu komponentov výnimkou poruchy jedného motora.
- strate lietadla a nemožnosti sa k lietadlu dostať

Vážny incident je incident pri ktorom existuje veľká pravdepodobnosť vzniku nehody, spojenej s prevádzkou lietadla za účelom vykonania letu, ku ktorej príde počas doby keď je na palube osoba až po dobu než opustí palubu lietadla a nevypne sa pohonné ústrojenstvo. Rozdiel medzi nehodou a vážnym incidentom je akurát v dôsledku.

Incident je iná udalosť než nehoda, ktorá je spojená s prevádzkou lietadla za účelom vykonania letu a môže ovplyvňovať bezpečnosť letu.

3.2 Vyšetrovanie leteckej nehody

Pokiaľ dôjde k leteckej nehode na území určitého štátu prvým krokom by mali byť opatrenia, ktoré zaistia ochranu dôkazov, zabezpečenie lietadla a jeho obsahu po celú dobu odborného vyšetrovania, čo zahŕňa ochranu dôkazov, ktoré by mohli byť vymazané, poškodené alebo zničené prostredníctvom fotografií. Je potreba nahlásenia leteckej nehody alebo vážneho incidentu vhodnými prostriedkami do štátu registrácie, štátu prevádzkovateľa, štátu projektu, štátu výroby a ICAO ak má lietadlo MTOW vyššie ako 2250 kg alebo má prúdový motor.[2]

Vyšetrovanie vedie odborná komisia toho štátu na ktorom území sa nehoda stala, pokiaľ je štát v členstve ICAO tak sa vyšetrovanie vedie podľa annexu 13 ak ale štát nie je členom v ICAO tak odborná komisia vedie vyšetrovanie v spolupráci s daným štátom. Odborná komisia si môže prizvať na pomoc štát prevádzkovateľa, štát projektu, štát registrácie a štát miesta nehody. Môže sa využiť aj pomoc iných štátov a prostriedkov pokiaľ majú možnosť uľahčiť vyšetrovanie. Tá osoba, ktorá je poverená vyšetrovať má prístup k troskám lietadla a všetkým materiálom, ktoré sa týkajú udalosti, do toho patria aj letové zapisovače, letové záznamy prevádzkových služieb ATS. Najdôležitejšie je urýchlene nájdenie letových zapisovačov a ich rozbor a analýza. Pokiaľ vyšetrovateľ nemá prostriedky na prečítanie letového záznamu je možnosť ich zaslať do iného štátu, ktorý má na to dostupné prostriedky. Ďalej potreba vykonať pitevnú obhliadku posádky a ak je potreba aj cestujúcich, následne vydať lekársku správu.[2]

Vyšetrovateľ má ďalej možnosť získavať informácie od svedkov nehody, záznamov komunikácie osôb zapojených do prevádzky lietadla, lekárskech a osobných údajov zúčastnených osôb na udalosti, záznamov zapisovača zvuku v kabíne, záznamov z riadenia letovej prevádzky, kamerový záznam v kabíne počas letu.[2]

Odborná komisia musí vydať záverečnú správu, ktorá je primeraná k okolnostiam a vážnosti udalosti. Odborná správa je poslaná do štátov ktoré:

- štátu, ktorý začal odborné vyšetrovanie
- štátu zápisu do registra a prevádzkovateľa lietadla
- štátu projektu a výroby
- štátu, ktorý sa zúčastnil na vyšetrovaní
- štátu, odkiaľ boli obeť a zranení
- štátu, ktorý doložil dôležité informácie

Odborná komisia musí verejnosti uverejniť do 12 mesiacov od započatia vyšetrovania záverečnú správu v záujme predchádzania ďalším nehodám. Pokiaľ nie je možné do 12 mesiacov uverejniť záverečnú správu je potreba do 12 mesiacov uverejniť predbežnú správu,

kde je opísaný aktuálny stav vyšetrovania, postupy a odporúčania týkajúce sa bezpečnosti leteckej prevádzky, ktoré sa objavili.[2]

3.3 MEDA – Maintenance error decision aid

Metoda MEDA (pomoc pri rozhodovaní o chybe údržby), tato metóda vznikla v 90 rokoch firmou Boeing, na jej vzniku sa taktiež podpísali tri hlavné medzinárodné letecké spoločnosti, odborový personál údržby a FAA. Bol to prvý pokus o zvýšenie kvality vyšetrovania chyb v údržbe lietadiel na ktorých sa podieľal ľudský činiteľ. Táto metóda bola prijatá po celom svete a slúži ako základ pre dosiahnutie účinného vyšetrovania chyb v údržbe.[4]

Metoda bola vyvinutá ako účinnejšia alternatíva k vyšetrovaniu chyb v údržbe, pretože aj, keď sa zistilo, kto danú chybu spôsobil, informácie o faktoroch, ktoré viedli k vzniku chyby už nikto nezistil, toto viedlo k tomu, že dané chyby sa mohli neustále opakovať.[4]

Boeing túto filozofiu založil na niekoľkých predpokladoch. Je založená na tom, že ľudia, ktorý robia svoju prácu tak sa ju snažia urobiť najlepšie ako vedia a chybu, ktorú urobili nikdy nechceli spôsobiť úmyselne. Vyšetrovatelia získajú viac pomoci od zamestnancov, ktorý si nemyslia, že je ich kompetencia sporná. Zamestnanci budú potom pravdepodobnejšie nápomocní pri určovaní faktorov, ktoré mohli prispieť k chybe a tiež aj pri návrhu možného riešenia. K jednej chybe pravdepodobne prispeje viacero faktorov, zistenia týkajúce sa vyšetrovania chyb môže mať preto oveľa väčší význam pre zamedzenie chyb v budúcnosti. Pri vyšetrovaní môžu byť odhalené rôzne problémy ako sú ťažké porozumenie dokumentácií (pracovné karty, manuál údržby letúnov, katalóg náhradných dielov), nedostatočné osvetlenie, nesprávne plánovanie atď. Pokiaľ však napravíme aspoň jeden z faktorov, ktorý sa podieľal na vzniku chyby, tak rapídne zvýšime šancu, že sa daná chyba už nebude opakovať, väčšinu faktorov sa dá zvládnuť hlavne zapojením zamestnancov.[4]

Proces MEDA sa skladá z 5 kľúčových fáz:

- Výber technickej udalosti, ktorá má byť vyšetrená
- Rozhodnutie či daná chyba súvisí s údržbou
- Vyšetrovanie pomocou formulára MEDA, zaznamenávame relevantné informácie o udalosti, chyby, prispievajúce faktory a zoznam možných preventívnych riešení
- Prevencia, implementácia a zlepšovanie procesov
- Spätná väzba pre zamestnancov, zdieľanie výsledkov[4]

Formulár MEDA sa skladá z 6 sekcií:

1. Všeobecné informácie
2. Popis udalosti
3. Chyba údržby
4. Prispievajúce faktory
5. Prevencia vzniku chyb
6. Zhrnutie udalosti, prispievajúcich faktorov a chyb[4]

4 Charakteristika príčin zlyhania v údržbe lietadiel a ich možné riešenie

4.1 Dirty Dozen

Je koncept, ktorý vyvinul Gordon Dupont v roku 1993, keď pracoval pre Transport Canada, kde sa stal súčasťou základného vzdelávacieho programu pre ľudskú výkonnosť v údržbe. Neskôr sa stal súčasťou výučby každého ľudského činiteľa v údržbe lietadiel po celom svete. Dirty Dozen je vlastne súbor 12 hlavných faktorov, ktoré ovplyvňujú človeka a zvyšujú riziko vzniku chyby v údržbe lietadiel. Musíme však myslieť aj na to, že Dirty Dozen nie je kompletný zoznam faktorov prispievajúc k vzniku chyby. Existuje vyše 300 rôznych predpokladov k vzniku pochybenia človeka, každé odvetia v leteckom priemysle, ako sú piloti, pracovníci na odbavovacej ploche, riadiacich letovej prevádzky a palubný sprievodcovia používajú vlastný zoznam Dirty Dozen. Dirty Dozen v údržbe lietadiel obsahuje týchto 12 faktorov[21]:

1. Nedostatky v komunikácii
2. Sebauspokojenie (samolúboosť)
3. Nedostatočné znalosti
4. Rozptýlenie
5. Nedostatky v tímovej činnosti
6. Únava
7. Nedostatok prostriedkov
8. Nátlak
9. Nízka asertivita
10. Stres
11. Nízka situačná vnímavosť
12. Skupinové normy

Treba však brať v úvahu, že pri zlyhaní ľudského činiteľa väčšinou vždy spolu súvisí viac faktorov, ktoré spoločne vyústia k ľudskému pochybeniu.

4.2 Nedostatky v komunikácii

Nedostatky v komunikácii sú jedným z častých príčin pri zlyhaní ľudského činiteľa v údržbe. Zásady správnej komunikácie sú: ten, kto informáciu predáva musí byť schopný danú skutočnosť jednoznačne popísať a ten čo ju prijíma ju musí byť schopný pochopiť a správne spracovať. Pri verbálnej komunikácii sa stáva, že iba 30% informácií je prijatých a pochopených. Nedostatky v komunikácii môže spôsobovať viacero faktorov, ako je hluk, jazyková bariéra, rozdiely v profesných úrovniach (odborné termíny a pod.). Nebezpečné situácie vznikajú taktiež na pracoviskách, kde sa pracuje na smeny. Kritické časti sú hlavne pri striedaní smien, kde si pracovníci dostatočne nevymenia informácie o práci, ktorú vykonávali.[21]

Boeing 747 – 436 British Airways

Registrácia: G-CIVX

Let: BA 295

Dátum nehody: 30.1.2016

Počet cestujúcich/členov posádky: 293/17



Obr. 4.1 B747 G – CIVX[7]

Zhrnutie

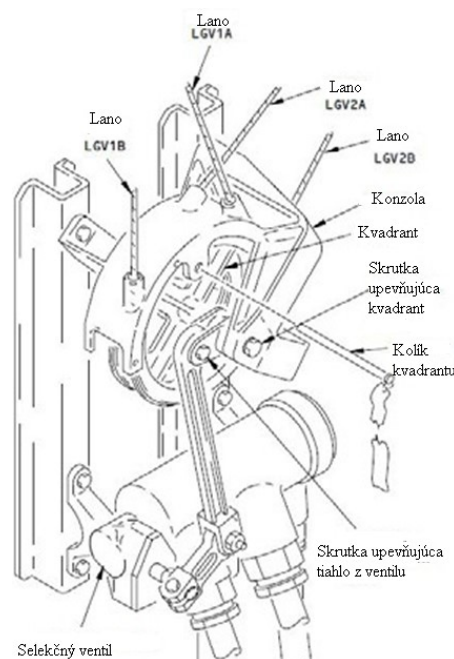
Letún na linke Londýn Heathrow – Chicago, vzlietaval z Londýna po vykonanej plánovanej údržbe A – check, ktorá zahŕňovala výmenu LGCM vrátane páky podvozku. Po vzleto pri pokusu o zasunutie podvozku však páka z dolnej pozície do hornej išla veľmi sťažka a z hornej do dolnej pozície sa páka už nedala presunúť vôbec. Piloti sa rozhodli obrátiť a vrátiť späť do Londýna, piloti boli nútený vysunúť podvozok záložným systémom, Predný a stredový podvozok bol vysunutý, podvozky na krídlach sa nevysunuli. Nakoniec piloti bezpečne pristáli.[5]

Poškodenie letúna

Nevzniklo.[5]

Popis nehody

Nočná smena, ktorá pracovala na LGCM mala za úlohu vytiahnutie a opravu tohto modulu. To zahrňovalo aj montáž kolíku do kvadrantu selekčného ventilu a vykonanie duplicitnej inšpekcie. Po vykonaní práce už nočná smena nestihla vykonať inšpekciu, tak karty k tejto úlohe ostali nepodpísane. Denná smena vykonala inšpekciu a funkčný test avšak nebol úspešný. Tak LGCM modul bol znova odstránený a opravovaný a k certifikácii bola použitá karta od nočnej smeny v tejto karte ale nebolo napísane, že treba aj vykonať montáž kolíku do kvadrantu selekčného ventilu, nočná smena nikoho na toto neupozornila a ani nikomu nepovedala, že je potrebná montáž tohto dielu. Počas dennej smeny na výmene LGCM pracovalo viac technikov a jeden z nich si nakoniec všimol, že kolík nie je namontovaný avšak následne odišiel na prestávku, po prestávke už kolík zabudol namontovať.[5]



Obr. 4.2 Selekčný ventil s kvadrantom[5]

Príčiny nehody

1. Nedostačená komunikácia medzi smenami a opomenutie potreby namontovania kolíka do kvadrantu selekčného ventilu
2. Rozptýlenie technika a jeho odchod na prestávku
3. Nedostatky v systéme kariet prevádzkovateľa[5]

Možné riešenie

Je dôležité pri komunikácii s inými pracovníkmi hovoriť zreteľne a jednoduchými vetami aby bolo všetko stručne vysvetlené, dôležité veci je potreba opakovať. Je veľmi dôležité sa uistiť, že kolega informáciu správne počul a hlavne pochopil. Veľmi užitočné je pri zložitých informáciách používať pracovné denníky, zápisníky. Aby všetci pracovníci vedeli, že na čom pracujeme a nezapínali konkrétne moduly a systémy. Je potrebné ich riadne označiť štítkom aby nedošlo k zraneniu kolegu alebo poškodeniu letúna. V údržbových organizáciách sa často stretávajú ľudia rôznych národností a jazykov, aby sme sa s nimi vedeli dostatočne dorozumieť je potreba taktiež používať rôzne piktogramy a rôzne medzinárodne značky. V letectve je hlavný jazyk Angličtina vďaka ktorému pracovníci medzi sebou komunikujú, je dôležité si tiež dávať pozor či hovoríme s rodilým hovoriacim pracovníkom alebo pracovníkom, ktorý nemá Angličtinu ako materinský jazyk, s týmto človekom sa ľahšie dorozumiete, lebo bude používať jednoduchšie a priamočiarejšie vety ako človek, ktorý ho má materinský. Samozrejme to platí pre všetky jazyky.

4.3 Sebauspokojenie (samol'úbosť)

Sebauspokojenie je možné opísať, ako pocit pri, ktorom máme zvýšené sebavedomie, ktorý je sprevádzaný stratou povedomia o vzniku potenciálnych chýb. Takýto pocit vzniká veľmi často, po vykonaní bežných činností, ktoré sa stali obvyklými, ktoré môže jednotlivec alebo organizácia považovať za jednoduché a bezpečné. Pri tejto situácii sa znižuje ostražitosť, jedinec vtedy môže brať v úvahu iba to, čo očakáva, že sa stane.[21]

BAC One – Eleven, British Airways

Registrácia: G-BRJT

Let: BA 5390

Dátum nehody: 10.6. 1990

Počet cestujúcich/členov posádky: 81/6



Obr. 4.3 BAC One - Eleven G-BRJT[8]

Zhrnutie

Letún letel na pravidelnej linke z Birminghamu do Malagy v Španielsku. Letún vzlietol z medzinárodného letiska v Birminghamu ráno v 7:20 a zahájil stúpanie do výšky 23 000 ft. Počas stúpania si už piloti mohli odopnúť ramenové pásy, kvôli väčšiemu pohodliu. Vo výške 17 300 ft však piloti započuli hlasité praskanie až došlo k výbušnej dekompresii, na kapitánovej strane sa totiž uvoľnilo čelné sklo, okamžite sa v kokpite vytvorila hmľa. Prvý dôstojník si až po pár sekundách uvedomil, že kapitán bol vysatý von a kokpitu a je zachytený nohami a svoj stĺpik riadenia, prvý dôstojník okamžite kapitána chytil, medzitým do kokpitu pribehol stevard a chytil kapitána okolo pasu a snažil sa ho vtiahnuť do kokpitu, ale nešlo to a ešte si poranil ruky, takže ho musel vystriedať druhý stevard, ktorý po chvíli taktiež dorazil a držal kapitána až do pristátia. (Aj, keď si posádka myslela, že kapitán je zrejme mŕtvy, tak ho nemohla pustiť z dôvodu nebezpečenstva nasatia tela do motoru alebo poškodenia vertikálneho a horizontálneho stabilizátoru.) Medzitým prvý dôstojník sklesol do výšky 10000 ft a znížil rýchlosť na 150 kt. Letún nakoniec pristál na letisku v Southamptone v 7:55. Kapitán bol prekvapivo len ľahko zranený. Mal zlomenú pravú ruku, zápästie, ľavý palec a omrzliny.[22]

Poškodenie letúna

Na letúne chýbalo čelné sklo na ľavej strane aj zo všetkými skrutkami, okrem jednej, ktorá ostala uchytená v ráme okna, samotný okenný rám bol v poriadku. Poškodená bola vysokofrekvenčná anténa (HF) a v hornej ľavej časti 3 ft nad únikovým východom bola priehlbina hlboká 3 in. Ďalšie menšie poškodenia boli v kokpite.[22]



Obr. 4.4 Poškodenie letúna

Popis nehody

V noci pred odletom na letisku v Birminghamu prebiehala na letúne údržba, ktorá zahŕňovala výmenu ľavého čelného skla pilotnej kabíny. Technik, ktorý vykonával údržbu na letúne pracoval pre British Airways, bol veľmi skúsený a svedomitý, v túto noc, keď vykonával údržbu bol letún v rohu hangáru, kde nebolo dostatočné osvetlenie. Pri výmene čelného skla si technik všimol, že skrutky, ktoré uchycujú čelné sklo k rámu sú kratšie a rozhodol sa ich vymeniť, keďže letún mal ráno letieť a technik vykonával túto prácu už v minulosti a nebola zložitá tak k práci nepoužil IPC ani AMM aby sa presvedčil o správnosti skrutiek. Správne skrutky mali označenie: A21 1-8C, ale technik hľadal skrutky pod označením: A21 1-8D, tie mali o 0,026 in menší požadovaný priemer závitú a iné stúpanie. Počas hľadania skrutiek v sklade, bol na túto skutočnosť upozornený aj skladníkom, ale bol presvedčený, že jeho úvaha je správna. Nakoniec skrutky, ktoré hľadal našiel, bohužiaľ, kvôli nedostatočnému osvetleniu si nevšimol, že nemajú správny rozmer a nelícujú s rámom okna, a kvôli zle nastavenému krútiacemu momentu na skrutkovači sú aj nesprávne dotiahnuté. Technik po dokončení práce letún uvoľnil k letu, bez toho aby jeho prácu niekto skontroloval.[22]

Hlavné príčiny nehody

1. Technik ignoroval alebo prehliadol všetky náznaky, ktoré ho upozorňovali na zámenu skrutiek za nesprávne.(Skladník, lícovanie, rozmery, označenie.)
2. Nedodržanie postupov
3. Časový nátlak
4. Nevykonaná kontrola po vykonaní údržby
5. Nedostatočné osvetlenie[22]

Možné riešenie

Človek pri vykonávaní jednoduchých činností znižuje svoju pozornosť a výkonnosť. Preto je dôležité pri vykonávaní jednoduchých a zvyčajných úloh udržiavať pozornosť a stres na optimálnej úrovni a zabrániť ich znižovaniu prostredníctvom rôznych podnetov, pretože človek vždy musí očakávať chybu! Na základe rôznych písomných podnetov ako je napríklad: návšteva inšpekcie. Takéto podnety dokážu človeku udržať pozornosť na optimálnej úrovni. Je veľmi dôležité sa vyhnúť práci z pamäte len za predpokladu, že je všetko správne. Ďalší podnet pre zvýšenie pozornosti môže byť tímová práca, kde všetci spolupracujú a môžu sa navzájom kontrolovať.

4.4 Nedostatočné znalosti

Organizácie sú nútené dodržiavať odbornú pripravenosť a požadovanú kvalifikáciu svojich zamestnancov. Nedostatok pracovných skúseností a určitých vedomostí môže zamestnancov viesť k nesprávnemu vyhodnoteniu situácie a nebezpečným rozhodnutiam. Letecké systémy sú veľmi zložité a je nemožné ich vykonávať správne pokiaľ nemáme požadovaný technický výcvik, dostatočné skúsenosti a dostupnosť technickej dokumentácie. Letecké systémy napredujú veľkými krokmi v pred a môže sa stať, že vedomosti, ktoré zamestnanec má sa rýchlo stanú neaktuálnymi.[21]

ATR 72 – 202 Air Contractors

Registrácia: EI - SLG

Let: -

Dátum nehody: 15.3. 2011

Počet cestujúcich/členov posádky: 0/2



Obr. 4.5 ATR 72 EI – SLG[9]

Zhrnutie

Letún prešiel plánovanou údržbou na medzinárodnom letisku v Edinburgu, po údržbe mal byť letún preletený do Paríža. Po niekoľkých odloženiach letún vzlietol v 21:22 hod z letiska. Po prekročení rýchlosti 185 kt, posádka zacítila, že zatáčajú o 5° až 10° doľava, čo potvrdili aj prístroje. Piloti začali vychyľovať smerovku doprava, a taktiež sa pomocou krídeliek snažili zmenšiť klonenie letúnu. Piloti sa však sťažovali, že smerovka nereaguje, ako má a vychyľuje sa, ako keby „špongiovito“, aby udržali priamy smer museli mať smerovku vychýlenú až o 20°. Potom, čo mali piloti situáciu pod kontrolou sa na výstražnom panelu rozsvietila kontrolka FLT CTL, čo signalizuje poruchu jednotky TLU na smerovke. Piloti potom vyhlásili stav PAN a vyžiadali si pristávacie vektory na pristátie v Edinburgu. Piloti pristáli pomocou ILS v 22:03 hod.[6]

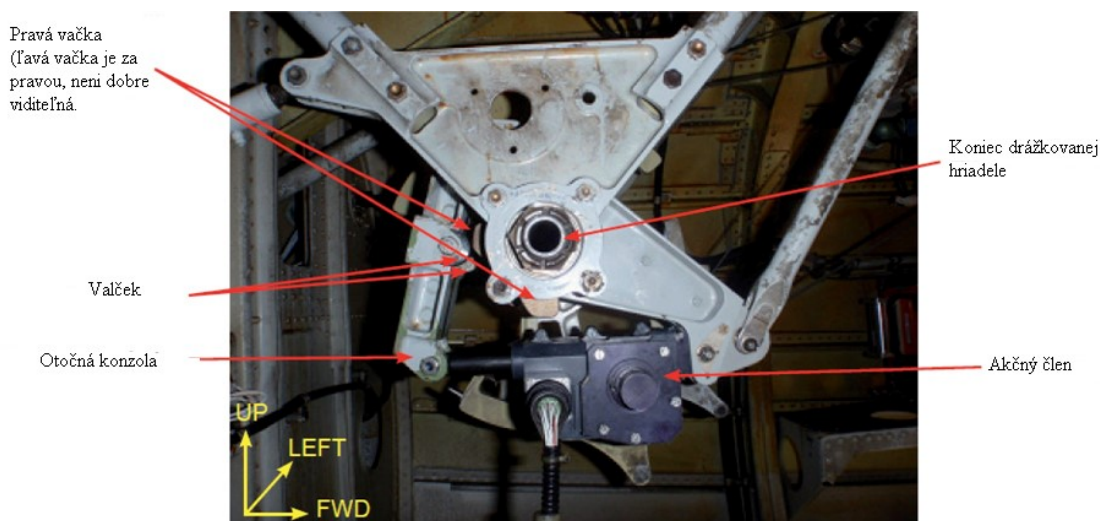
Poškodenie letúnu

Nevzniklo[6]

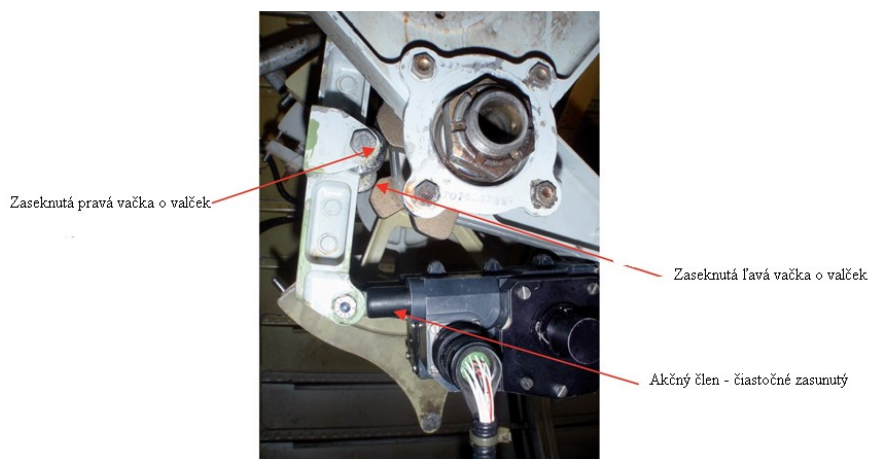
Popis nehody

V období od 19.2 2011 do 15.3 2011, letún prechádzal plánovanou 2 ročnou údržbou v Edinburgu. Počas kontroly bol kontrolovaný aj mechanizmus ovládania smerovky, ktorý sa skladá z kvadrantov, tiahel, tyčiek a lán. Počas prehliadky musel byť vymenený akčný člen TLU jednotky v ktorom bola zaznamenaná zvýšená vlhkosť. Táto práca bola dokončená certifikovaným technikom 7.3 2011, ktorý následne vykonal požadované testy, kvôli správnej funkčnosti. Technik si však všimol, že vodiče, ktoré idú k akčnému členu sú hodne napnuté a kovanie ložiska podporného ramena vykazuje posuv po hriadeli, technik vypísal okamžite NRC. Keďže sa na túto poruchu prišlo v konečnej fázy údržby, tak technik konzultoval svoj nález s check lídrom, ktorý ho poslal za vedúcim výroby a ten mu odporučil až podporné rameno demontuje aby mohli ložisko preskúmať. (Táto práca bola pre technika dosť obťažná, pretože ju nikdy nerobil.) Po preskúmaní usúdili, že ložisko vykazuje menšie opotrebenie, ale mohlo sa používať naďalej, aj kvôli tomu lebo vedúci výroby si myslel, že nestihnú do konca údržby zohnať náhradný diel. Pre zabránenie posuvu sa vykonalo tzv. „peening“, čo je vytvorenie malých jamiek pri hrane puzdra ložiska aby sa zabránilo jeho posuvu. Takáto oprava však nebola v žiadnom SRM ani AMM manuáli. Na ďalší deň 3 dni pred ukončením plánovanej údržby začal technik zostavovať jednotku TLU, na pracovisku ostal ako jediný certifikovaný technik, ale túto prácu nikdy nerobil takže nemal dostatok znalosti pre montáž a nemal sa ani s kým poradiť. Pri zostavovaní bol neustále vyrušovaný a nevedel presne, ako má montáž prebiehať, pri montáži vačiek, ktoré slúžia pre mechanické obmedzenie výchylky smerového kormidla, urobil chybu keď namontoval pravú vačku v zlej polohe. Po dokončení montáže mal byť vykonaný test funkčnosti TLU, ku ktorému

však nedošlo a do konca údržby sa už s TLU nemanipulovalo takže nebolo ako prísť na to, že funguje nesprávne.[6]



Obr. 4.6 Jednotka TLU[6]



Obr.4.7 Nesprávne namontovane vačky[6]

Hlavné príčiny nehody

1. Nedostatočné znalosti a skúsenosti certifikujúceho technika pri oprave TLU
2. Rozptyľovanie pri montáži TLU
3. Neuskutočnenie požadovaných testov[6]

Možné riešenie

Všetci zamestnanci musia zvyšovať svoje odborné znalosti a musia si ich aktualizovať, čo sa dá dosiahnuť pokračovacím výcvikom, ktorý by mal prebiehať nielen po 2 rokoch, ale už po každej veľkej inovácii v leteectve. Najskúsenejší pracovníci by mali pracovať spoločne s menej skúsenými aby im mohli predávať svoje skúsenosti a rady. V práci by sa mala vytvoriť taká atmosféra aby sa ľudia nebáli opýtať o pomoc niekoho iného.

4.5 Rozptýlenie

Rozptýlenie môže byť čokoľvek, čo odvádza našu pozornosť od úlohy, ktorú práve vykonávame. Určitým rozptýleniam na pracovisku údržby leteckého technika sa nedá vyhnúť ako je vysoká hlučnosť, rôzne žiadosti o pomoc alebo rady, rôzne situácie, ktoré je nutné riešiť okamžite. Niektoré rozptýlenie je však možné oneskoriť na dobu, kým dokončíme danú činnosť ako sú správy z domu, rozhodnutia vedenie, administratívne záležitosti a spoločenské rozhovory. Podľa psychológov je prvotnou príčinou zabudnutia vecí rozptýlenie, preto je potreba sa tomuto vyhnúť ako aj rozptyľovaniu ostatných. Ľudská myseľ funguje tak, že premýšľa dopredu. Keď sa teda po rozptýlení vrátime k svojej činnosti máme pocit, že sme už o krok ďalej ako v skutočnosti.[21]

Cessna 560XL Citation XLS

Registrácia: G - OROO

Let: -

Dátum nehody: 29.6.2008

Počet cestujúcich/členov posádky: 0/2



Obr. 4.7 Cessna 560XL G – OROO[10]

Zhrnutie

Letún bol na údržbe v Bournemouthe odkiaľ mal preletieť do Biggin Hill. Medzi výškou 7000 ft až 8000 ft piloti započuli rachot a mierne „buchnutie“ v zadnej časti letúna. Páka riadenia začala vibrovať a autopilot bol odpojený, piloti však nezaznamenali žiadne iné abnormality. Piloti začali ihneď klesať vo výške 3000 ft započuli ďalšiu ranu, ale zas neboli zaznamenané iné abnormality. Po pristáti posádka zistila, že im chýba skoro celý horný kryt motoru.[23]

Poškodenie letúna

Skoro celá ľavá horná časť motorového krytu sa za letu oddelila, odletujúce kusy poškodili nábežnú hranu smerového stabilizátora a horizontálneho stabilizátoru.[23]

Popis nehody

Technik vykonával údržbu na ľavom motore na letisku v Bournemouth, v konečnej fáze údržby pri zatváraní krytov motorov, bol technik vyrušený a musel na niekoľko minút ísť preč, pričom nedozaistoval všetky západky na kryte motoru. Po návratu k letúnu si myslel, že už sú všetky západky zaistené. Pri následnej kontrole si nikto nevšimol nič podozrivé a letún bol uvoľnený k letu.[23]

Hlavné príčiny nehody

1. Rozptýlenie technika, pri nedokončenej práci.
2. Nedôsledná výsledná kontrola[23]

Možné riešenie

Aby sme sa vyhli chybám, ktoré vznikajú rozptyľovaním je potreba dokončiť danú úlohu ešte predtým než budeme spätne reagovať. Ďalej si musíme uvedomiť, že sa nesmieme ponáhľať v dokončení úlohy aby sme mohli na podnet reagovať, kvôli zvýšenému riziku, že urobíme chybu. Mali by sme druhú stranu vždy upozorniť na to, že nechcete byť vyrušovaný a proste odpoviete neskôr po dokončení úlohy. Keď už dôjde k tomu, že človek je rozptýlený a musí prácu prerušiť, tak pri návrate by sa mal aspoň o tri kroky vrátiť späť a pokračovať odtiaľ aby sa zamedzilo zabudnutiu vynechania nejakého kroku. Dôležitá je taktiež kontrola druhou osobou, či sme vykonali všetky potrebné kroky správne a na žiaden sme nezabudli. Znížiť úroveň rozptyľovania môže aj manažment vytvorením správnych priestorov pre vykonávanie práce.

4.6 Nedostatky v tímovej činnosti

V leteckej doprave existuje veľa práci, kedy je potreba pracovať spoločne v jednom tíme. Toto však prináša niekoľko úskalí, ktoré je potreba si uvedomiť. Tím ktorý spolieha na schopnosti len jedného človeka tak nikdy nebude mať vyššiu efektivitu práce ako jednotlivec. Práca v tímu však okrem uľahčenia a rozdelenia práce zároveň zvyšuje riziko vzniku chyb. Na celkovej kvalite tímu taktiež závisí osobnosť vedúceho tímu či všetci pochopili všetko, čo mali, ako, kde a kedy sa práca urobí a nakoniec schopnosť riešiť konflikty.[21]

Beechcraft 1900D Air Midwest

Registrácia: N233YV

Let: č.5481

Dátum nehody: 8.1. 2003

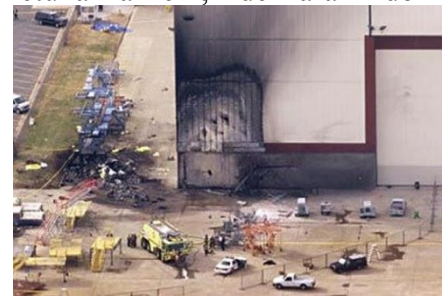
Počet cestujúcich/posádky: 19/2



Obr. 4.8 Beechcraft 1900D N233YV[11]

Zhrnutie

Letún vzlietaval z medzinárodného letiska v Charlotte smerom na letisko v Greenville. Po vzleto letún stúpал pod uhlom 7° po chvíli sa však uhol stúpania zväčšil na 52° , nasledovalo odtrhnutie prúdnic na krídle a následný pád letúna na zem, kde narazil do hangáru US Airways. Náraz nikto neprežil a všetkých 21 ľudí zomrelo.[24]



Obr. 4.9 Miesto dopadu[11]

Poškodenie letúna

Letún bol z cela zničený.[24]

Popis nehody

Pred nehodou bol letún na údržbe, kde si dvaja technici všimli zlého nastavania lán výškovky, mladší technik upravil napnutie lán k výškovke pomocou napínača lán, obaja technici však nepostupovali podľa platných postupov v manuáli a nevšimli si, že napnutie lán je nesprávne prevedené, výchylka výškovky smerom dole sa zmenšila zo 14° na 7° . Záverečnú kontrolu urobil starší technik, ktorý pracoval s mladším a zároveň bol aj jeho inštruktorom. Tento postup bol taktiež proti predpisom, pretože kontrolu by mal urobiť nezávislý technik, ktorý na danom systéme nepracoval. Pri kontrole však nebola vykonaná kontrola výchylky výškovky, takže nebolo možné odhaliť chybu. K nehode taktiež prispelo nesprávne spočítanie hmotnosti cestujúcich a batožiny na základe zastaralých tabuliek a došlo k prekročeniu maximálnej vzletovej hmotnosti letúna (MTOW). Spoločne s malou výchylkou výškovky sa nehode už nedalo zabrániť.[24]

Hlavné príčiny nehody

1. Nedodržovanie postupov
2. Nedostatky v tímovej práci, kedy si technici sami skontrolovali prácu
3. Nesprávne vykonaná kontrola práce
4. Preťaženie letúna[24]

Možné riešenie

Pri skladaní tímu by sme sa mali pozerať na schopnosti jednotlivých členov, každý člen by mal mať schopnosti na podobnej úrovni vtedy je práca v tíme najefektívnejšia. Každý člen by mal poznať svoju prácu a vedieť, kde je jeho miesto a, čo jeho práca obnáša. Dôležité je budovanie dostatočnej dôvery medzi členmi aby sa mohli na seba spoľahnúť. Ďalší dôležitý prvok je vedúci tímu, ktorý by mal mať dostatočne znalosti a vodcovské schopnosti ale taktiež aj dostatočnú charizmu aby ho všetci členovia „nasledovali“. Pre zvýšenie efektivity je dôležité prejsť a prediskutovať tieto skutočnosti:

- Definovať ciele a svoju zodpovednosť
- Definovať komunikáciu a určité obmedzenia
- Núdzové postupy
- Definovať si úspešný výsledok
- Zhodnotenie úlohy a príležitosť na otázky

4.7 Únava

1. Fyzická únava je vrodená, vzniká nadmerným pracovným zaťažením a je to prirodzená fyziologická reakcia.
2. Psychická únava nie je vrodená a odstraňuje sa fyzickou únavou.
3. Chronická únava vzniká pri nadmernom zaťažení organizmu, po prerušení práce nezmizne, je nutná lekárska pomoc.
4. Prirodzenú únavu odstránime spánkom.

Únava sama o sebe je veľmi nebezpečná, pretože sa znižuje naša schopnosť prijímať informácie, pamätať si veci a rozhodovať sa. Človek sa dokáže ľahšie rozptýliť, ovplyvňuje našu náladu a premýšľame iracionálne.[4]

Boeing 737 – 300 Jet2.com

Registrácia: G - CELD

Let: -

Dátum nehody: 23.7.2011

Počet cestujúcich/členov posádky: 128/5



Obr. 4.10 B 737 - 300 G – CELD[12]

Zhrnutie

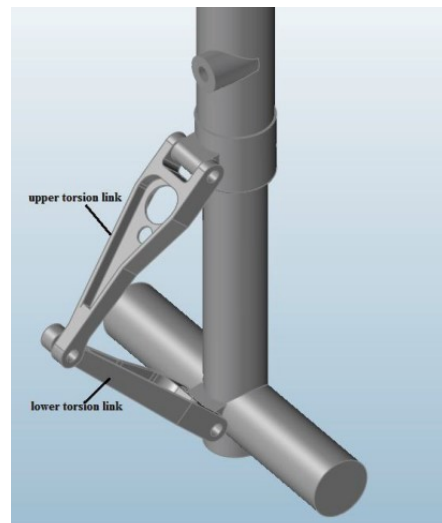
Osobný let na lince z Leedsu / Bradfordu do Paříže , po pristání na runway 27R sa začali prejavovať prudké vibrácie, ktoré spôsobili bočný pohyb letúna, posádke sa však podarilo stroj udržať na runwayi. Po znížení rýchlosti pod 75 kt vibrácie ustáli.[25]

Poškodenie letúna

Poškodené torzné spojenie pravého hlavného podvozku.[25]

Popis nehody

V noci pred odletom letúna G – CELD bola vykonávaná údržba na hlavnom podvozku, čo zahrňovalo celú jeho výmenu. Údržba prebiehala v údržbovej organizácii, ktorá patrila Jet2.com. V tej noci technik pracoval na 2 letúnoch a ešte k tomu priletelo na neplánovanú údržbu tretie, kde bolo treba vykonať opravu trupu. Daný technik už v tej dobe pracoval nadčasy, a bol hodne unavený, čo značne ovplyvnilo jeho výkon, na viac začal naňho pôsobiť časový tlak, pretože sa v údržbovej organizácii nahromadilo viac letúnov než bolo v pláne. Technik pri montáži podvozku na stroji G – CELD musel neustále odbiehať od práce, pretože musel pracovať aj na iných strojoch. Pri montáži pravého hlavného podvozku technik urobil chybu, kedy zabudol pripojiť hydraulické potrubie k shimmy tlmiču, tuto chybu si pri kontrole nikto nevšimol. Kvôli nezapojenému shimmy tlmiču boli po pristáti spôsobené silné vibrácie a bočný posuv letúnu na dráhe, čo spôsobilo taktiež poškodenie torzného spojenia na podvozku.[25]



Obr. 4.11 Torzný mechanizmus

Hlavné príčiny nehody

1. Únava technika a zníženie jeho pracovnej výkonnosti, zabudnutie pripojenie hydrauliky k shimmy tlmiču.
2. Rozptyľovanie technika inými opravami.
3. Zle naplánovanie údržbových prác spoločnosťou.
4. Nepovšimnutie chyby pri kontrole[25]

Možné riešenie

Organizácie musia zaistiť aby pracovníci v ich spoločnosti nepodliehali únave, čo by malo zaistiť rovnomerné rozdelenie pracovných úkonoch. Pri práci na smeny by malo byť zaistené aby mali, čo najmenší negatívny účinok na jedinca. Každý človek je iný a organizácie musia brať v úvahu, že na každého pôsobí práca v noci inak, na niekoho nemá žiadny vplyv a niekto môže mať práve problémy s únavou. V noci hlavne pred svitaním ak je to možné by sa mali robiť úkony, ktoré nie sú kritické a sú menej zložité aby bola menšia šanca, že môže dôjsť k chybe. Pracovníci by nemali byť preťažovaní, pretože sa postupne znižuje ich pozornosť až môže dôjsť ku kritickej situácii. (Toto samozrejme platí aj počas dňa). Ľudská povaha je taká, že človek si sám nepripusti, že naňho pôsobí únava a preto je potreba všetkých naučiť príznaky odhaľovať a uvedomiť si to.[4]

4.8 Nedostatok prostriedkov

Údržbová organizácia musí mať dostatok zdrojov a prostriedkov pre vykonávanie svojej činnosti. Medzi tieto prostriedky patria hlavne dostatok dielov, nástrojov, pracovného personálu, času a financií. Keď nastane situácia, že nie je dostatok prostriedkov, tak môže byť na techniku vyvíjaný tlak a musí improvizovať a použiť staré alebo nevhodné diely. Nastáva však aj situácia, kedy je dostatok vhodných prostriedkov, ale sú to nevhodné diely, ktoré nie sú certifikované a v skutočnosti sa nedajú použiť, vtedy zas nastáva situácia s nedostatkami prostriedkov.[21]

Convair CV – 580 Partnair

Registrácia: LN - PAA

Let: 394

Dátum nehody: 8.9.1989

Počet cestujúcich/členov posádky: 50/5



Obr. 4.12 Convair CV - 580 LN – PAA[14]

Zhrnutie

Letún bol prevádzkovaný na charterovej linke Oslo – Fornebu do Hamburgu. Letún mal odletieť v 15:00 ale mal meškanie, pretože spoločnosť mala problémy s financiami a nemohla zaplatiť catering, po hodine sa však problém vyriešili a letún mohol odštartovať. Letún mal technické problémy, pretože generátor striedavého napätia na ľavom motore nefungoval, takže bolo použité APU ako druhý zdroj striedavého prúdu. Vzlet prebehol v čase 15:59, letún začal stúpať do výšky 22 000 ft. Let bol kľudný a nič nenasvedčovalo, že by sa malo niečo stať. V čase 16:38 došlo v zadnej časti trupu k zvýšeniu vibrácii, ktoré následne prerástli v kmity až došlo k uvoľneniu vertikálneho stabilizátoru a následnému pádu letúnu do mora. Zahynulo všetkých 55 ľudí na palube.[26]

Poškodenie letúna

Letún bol z cele zničený.[26]

Popis nehody

Problémy letu 394 započali hneď na zemi, keď piloti boli nútený ponechať po celú dobu zapnuté APU pretože im nefungoval ľavý generátor. Pri vyšetovaní sa zistilo, že jeden záves bol nesprávne opravený a praskol, takže APU bolo uchytené len na 2 závesoch z troch, čo spôsobovalo vibrácie. Vyšetrovatelia ďalej zistili, že v roku 1989 pri pravidelnej údržbe bola menená 1 zo 4 skrutiek, ktorými sa uchycuje vertikálny stabilizátor k trupu. Prekvapením však boli 3 ostatné skrutky, pretože sa zistilo, že sú to napodobeniny originálov (neboli certifikované). Vibrácie, ktoré spôsobovala APU spoločne s vibráciami v chvostových plochách spôsobili vychýlenie smerovky doľava, čo viedlo k veľkému namáhaniu vertikálneho stabilizátoru, ktoré necertifikované skrutky nevydržali a došlo k uvoľneniu vertikálneho stabilizátoru. Zistilo sa že hodne leteckých spoločností používa necertifikované diely, pretože sú oveľa lacnejšie. Skrutka pre uchytenie vertikálneho stabilizátoru stojí 250 dolárov a napodobenina má len tretinovú cenu. Samozrejme ale nespĺňajú pevnostne požiadavky a nesmú byť použité v letectve. Proti neserióznym predajcom sa rázne zasiahlo a od letu 394 už nebola žiadna nehoda spôsobená necertifikovanými dielmi.[26]

Hlavné príčiny nehody

1. Použitie nevhodných dielov.
2. Ekonomické tlaky zo strany spoločnosti
3. Nedodržiavanie pracovných postupov pri vykonávaní údržby.[26]

Možné riešenie

Keď má organizácia dostatok všetkých prostriedkov jej práca sa stáva efektívnejšia a hlavne bezpečnejšia. Je dôležité podrobné plánovanie ohľadom prostriedkov aby bol zaistený ich dostatok. Každý technik, ktorý pracuje na údržbe letúna by si mal byť tohto vedomí a mal by používať diely, ktoré sú zabalené a nepoškodené. Pokiaľ technik narazí na nesprávny diel, povedzme, že je necertifikovaný a nevhodný na použitie určite by ho nemal montovať do letúna ale mal by ho nahlásiť a vyžiadať si správny diel. Ďalej si treba dávať pozor na správnu kalibráciu nástrojov a používať ich hlavne na to, čo sa majú.

4.9 Nátlak

Tlak na našu osobu môže pôsobiť zo všetkých strán. Môže na nás pôsobiť buď tlak priamy alebo nepriamy, najviac na nás väčšinou vplyva naša spoločnosť pre ktorú pracujeme alebo klienti či dokonca vlastný kolegovia. Často krát sa stáva, že nátlak na seba si spôsobujeme sami vlastnými chybami, pretože sa snažíme urobiť viac ako zvládneme, pod nátlakom vytvárame zle vlastné úsudky a tvoríme si také ako ostatný od nás očakávajú. Letectvo je strašne dynamické prostredie, ktoré sa rýchlo mení a vyskytujú sa neustále nové problémy, ktoré je treba riešiť a často sa dostávame pod nátlak hlavne času. Vtedy začína ísť kvalita práce do úzadia a uprednostňuje sa kvantita a to by sa nemalo nikdy stať.[21]

Airbus A330 – 243 Air Transat

Registrácia: C - GITS

Let: TS236

Dátum nehody: 24.8.2001

Počet cestujúcich/členov posádky: 293/13



Obr. 4.13 A330 - 243 C – GITS[15]

Zhrnutie

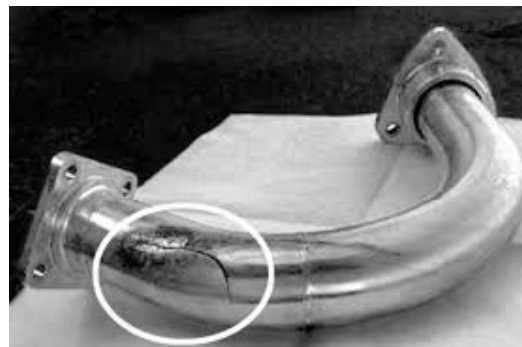
Linka TS236 bol pravidelný let z Toronta do Lisabonu, let prebiehal vo výške 39000 ft. V čase 5:16 oznámila posádka nevyváženosť paliva, to znamená že z jedného krídla ubúda viacej paliva ako by malo. Piloti sa rozhodli zapnúť prečerpávanie paliva aby došlo k vyváženiu. Pritom si ale neuvedomili, že z pravého motora im uniká palivo a stále si mysleli, že ide o chybu počítača. Piloti si však tuto chybu čoskoro uvedomili a vyhlásili núdzovú situáciu, museli sa odkloniť z trasy a letieť na Azorské ostrovy. V čase 6:13 im palivo začalo dochádzať a zhasol pravý motor v čase 6:36 zhasol ľavý motor vo výške 34500 ft a vo vzdialenosti 85 míľ od letiska na Azorách. V 6:39 sa letún kĺzavým letom dostal až k letisku na Azorách, kde pristál.[16]

Poškodenie letúna

Bolo poškodené nízkotlakové palivové potrubie a prasklo 8 z 10 pneumatík.[16]

Popis nehody

5 dní pred nehodou bola vykonávaná na letúne údržba, ktorá zahrňovala výmenu pravého motoru a na ňom ešte výmenu hydraulického čerpadla. Technik mal ale problém s inštaláciou inovovaného čerpadla na motor až nakoniec zistil, že na motore mal byť vykonaný SB, kedy malo byť inovované hydraulické a nízkotlakové palivové potrubie, ale nestalo sa tak. Technik sa



Obr. 4.14 Poškodené palivové potrubie[16]

snažil zistiť, čo sa malo robiť ale zrovna nefungovala sieť a nedalo sa mu na počítači nájsť požadovaný SB. Existovali však aj iné možnosti ako nájsť požadovaný SB, rozhodol sa však ísť za nadriadeným, ktorý trval na tom aby bolo hlavne všetko hotové pretože letún mal čoskoro letieť a na údržbu už čakal ďalší. Preto nadriadený nemal moc veľkú snahu hľadať. Nakoniec však odporučil len výmenu nízkotlakového palivového potrubia a neustále trval na uvoľnení letúnu do prevádzky. Následná situácia, ktorá vznikla spôsobila, že na motore bolo namontované inovované nízkotlakové palivové potrubie a čerpadlo ale hydraulické potrubie bolo staré. To spôsobovalo, že po natlakovaní daných sústav sa palivové potrubie dostávalo do kontaktu s hydraulickým potrubím až nakoniec došlo k vzniku trhliny na palivovom potrubí a silnému úniku paliva počas letu.[16]

Hlavné príčiny nehody

1. Časový nátlak zo strany spoločnosti na dokončenie údržby.
2. Malá asertivita technika, ktorý sa nesnažil hľadať ďalej požadovaný SB a spoľahol sa na verbálnu komunikáciu s nadriadeným.
3. Kontrola práce nebola správne prevedená
4. Možný stres leteckého technika spôsobený nátlakom nadriadených[16]

Možné riešenie

Tento faktor úzko súvisí s nedostatočnou asertivitou technika, ktorý nemá dosť vysoké sebavedomie na to aby tento tlak zastavil. V takýchto prípadoch sa nedá moc toho robiť, je potrebné proste všetko zastaviť a začať komunikovať zo všetkými stranami. Je potreba vyjednať iné termíny, ktoré nebudú spôsobovať nátlak na pracovníkov. Veľmi účinne by v tomto prípade mohla byť prevencia, kedy je potreba plánovať údržbu dostatočne dopredu a s dostatočnou rezervou pre prípad zmeny situácie. Toto sa týka všetkých, či už zákazníka, údržbovej organizácie a technika.[21]

4.10 Nízka asertivita

Inak povedané aj nízke sebavedomie nám neumožňuje povedať svoj vlastný názor, týmto sa poškodzuje tímová komunikácia. Nízka asertivita je prepojená s predchádzajúcou kapitolou Nátlakom, je to hlavne kvôli tomu, že keď človek nedokáže vyjadriť svoje názory a pocity tak sa dostáva pod nátlak inou osobou. Takéto jednanie môže vyústiť až k chybe v údržbe, pretože človek aj, keď vidí chybové jednanie nedokáže zareagovať a situáciu riešiť.[21]

Možné riešenie

Je veľmi dôležité sa naučiť techniku asertivity aby sa nám darilo byť kľudným a racionálnym, hlavne vo vypätých situáciách, ktoré môžu nastať pri nezhode názorov s iným človekom. Na kritiku by sme nemali reagovať podráždene ale mali by sme zvážiť vždy argumenty proti strane. Podstata asertivity je v tom aby sme rešpektovali názory a potreby iných ale pritom neznížovali svoje vlastné nároky. Tento štýl komunikácie nám umožňuje vyjadrovať svoje pocity, názory, obavy a presvedčenia. Tuto komunikáciu sa je potreba dostatočne naučiť a vedieť ako ju používať, pretože veľmi jednoducho môže prerásť v agresivitu.¹

¹ Táto časť neobsahuje nehodu z dôvodu úzkeho prepojenia medzi „Nátlakom“ a „Nízkou asertivitou“ a „stresom“ Pre túto časť platí nehoda viz. Air Transat.

4.11 Stres

V leteckom prostredí sa vyskytujú 2 druhy stresov: Akútny a chronický. Akútny stres je stres, ktorý vzniká v reálnom čase pôsobí na naše zmysly, mentálne funkcie a telo. Môže vznikáť pri mimoriadnych udalostiach, práce pod časovým tlakom a nedostatkov prostriedkov. Chronický stres vzniká z dlhodobých požiadavkou na ľudskú fyziológiu ako sú rodinné vzťahy, choroba, financie, smrť, rozvod či výhra v lotérii. Takýto stres, ktorý pretrváva z dlhodobého hľadiska, že naše reakcie a pracovný výkon môžu byť do značnej miery obmedzený.[21]

Možné riešenie

Je veľmi dôležité si všímať ľuďí okolo seba ich chovanie ale taktiež aj naše. Ako indície môžu byť zmena osobnosti a nálady, zlá koncentrácia, pamäť a úsudok. Ľudia si taktiež musia všímať problémy so spánkom a tým pádom logicky zvýšenie únavy a problémy so zažívaním. Nebezpečne sa taktiež zvyšuje náchylnosť k rôznym chorobám, hlavne infekčných, čo má za následok absenciu v práci a zvýšene množstvo užívaných liekov. Na začiatku však treba správne určiť či sa jedná o akútny alebo chronický stres. Pokiaľ sa jedná o akútny stres tak je potreba vykonávať rôzne relaxačné alebo dýchacie cvičenia. Účinnejšie by však mohla byť konverzácia so svojimi kolegami a vrstovníkmi. Dostatok spánku, správna strava a cvičenie je potrebné k zvýšeniu odolnosti voči stresu. Pokiaľ je však stres chronický, bude potreba celková zmena životného štýlu, toto je však potreba dosiahnuť s pomocou priateľov a spoločnosti, toto taktiež zahŕňujú rôzne programy na znižovanie stresu.²

² Táto časť neobsahuje nehodu z dôvodu úzkeho prepojenia medzi „Nátlakom“ a „Nízkou asertivitou“ a „stresom“. Pre túto časť platí nehoda viz. Air Transat.

4.12 Nízka situačná vnímavosť

Definícia situačnej vnímavosti je, že ide o vnímanie prvkov v prostredí, množstva času a priestoru, pochopenie ich významu a premietnutie ich stavu do blízkej budúcnosti. Nízka situačná vnímavosť v údržbe letúnov môže spôsobiť viac škody ako úžitku. I keď technik chce urobiť prácu na 100% môže zvoliť nesprávny spôsob prevedenia, keď z jednoduchého úkonu sa stane zložitý a zvýši sa šanca na chybu, nastáva tzv. tunelové videnie, keď vidíme len jednu možnosť opravy a neberieme v úvahu dôsledky našich činov.[21]

Airbus A320 – 200

Registrácia: -

Let: -

Dátum nehody: 20.3.2001

Počet cestujúcich/členov posádky: 115/6



Obr. 4.15 A320 - 200

Zhrnutie

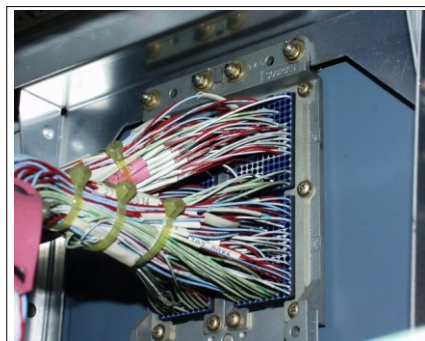
Letún v čase 11:00 dostal povolenie k štartu a vzlietol smerom z letiska vo Frankfurtu smerom k Parížu. Po vystúpení do hladiny 12000 ft piloti zistili, že sidestick na kapitánovej strane nefunguje správne a pri snahe zvýšiť náklon letúna na ľavú stranu, stroj reagoval opačne a klonil na pravú stranu a zas naopak. Piloti sa rozhodli vrátiť, po bezpečnom pristaní vo Frankfurte putoval letún do rúk technikov, ktorý zistili, že dva dni dozadu bola na tomto letúne vykonávaná údržba bola vykonaná oprava na počítači ELAC 1, ktorý ovláda výškové kormidlo a taktiež riadi uhol náklonu.[18]

Poškodenie letúna

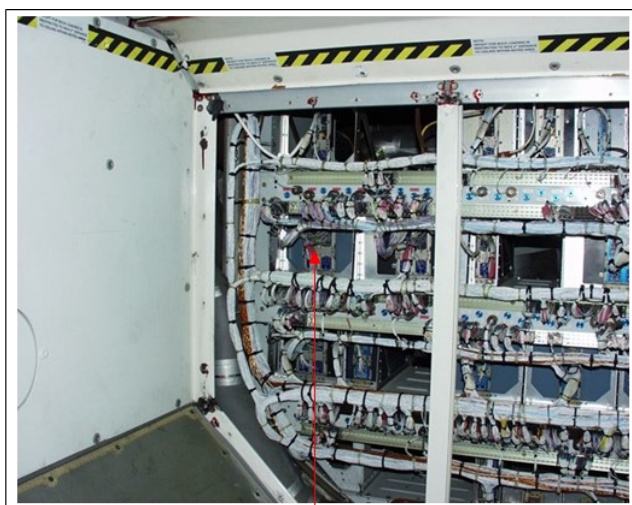
Nevzniklo.[18]

Popis nehody

Dva dni pred nehodou bola na letúne vykonaná údržba na počítači, ktorý ovláda výškovku a krídelka ELAC 1. Na počítači bol nefunkčný jeden pripojovací pin. Technici, ktorý vykonávali opravu sa najskôr snažili vymeniť konkrétny pin to sa im však nepodarilo a tak sa rozhodli vymeniť celý segment, ktorý sa skladal zo 4 zásuviek, neskôr však zistili, že ho nemajú na sklade. Nakoniec sa teda rozhodli odpojiť vodiče, ktoré vedú do počítača a potom ich zapojiť zvlášť do nových zásuviek, toto rozhodnutie bolo veľmi riskantné a vznikla veľká šanca, že dôjde k chybe pri zapojovaní vodičov do zásuviek. Technici aj napriek týmto skutočnostiam pokračovali v práci. Pracovali s pomocou technickej dokumentácie AWL a AWM. Tato technická dokumentácia bola príliš zložitá a technici si dokonca vybrali aj zlý postup podľa ktorého mali postupovať. Nakoniec kvôli zložitosti technickej dokumentácie zapojili dvojicu vodičov nesprávne a spôsobili, že riadiace prvky systému FLY – BY – WIRE fungovali nesprávne. Následná krížová a funkčná kontrola prebehla ale nesprávne, takže na chybu sa neprišlo.[18]



Obr. 4.16 Detail zásuviek ELAC[18]



Location of the ELAC no. 1 in the Avionic Bay

Obr. 4.17 Umiestnenie ELAC[18]

Hlavné príčiny nehody

1. Nízka situačná vnímavosť, keď si technici vybrali tu najzložitejšiu možnosť výmeny a neuvedomili si, čo sa môže stať
2. Nesprávne prevedená kontrola funkčnosti
3. Zložitá technická dokumentácia
4. Nezistenie chyby pilotmi pri predletovej príprave[18]

Možné riešenie

Nízka situačná vnímavosť sa častejšie vyskytuje u mladších technikov, ktorý nemajú ešte dostatok skúsenosti, znalosti a pod. To však neznamená, že sa u starších a skúsenejších nemôže vyskytnúť. Je však veľmi dôležité získať skúseností od starších technikov aby sme si časom dokázali vyhodnotiť svoje činy samostatne predvídavosťou. Vždy je dobre poradiť sa so skúsenejšími technikmi, ktorý nám môžu poradiť a vyviesť Nás z „priepasti do ktorej sa rútime“. Dobré riešenie môže byť ak sa sami seba opýtame „čo ak?“

4.13 Skupinové normy

Postupy na pracovisku sa neustále vyvíjajú a postupom času sa z nich stávajú akési nepísané pravidla, ktorými sa začínajú pracovníci riadiť na nešťastie tieto skupinové normy sa odchyľujú od pravidiel, predpisov a pokynov, čo nám síce môže uľahčiť prácu, ale zvyšuje sa riziko zlyhania a výskyt chýb.

Airbus A319 – 131 British Airways

Registrácia: G - EUOE

Let: BA762

Dátum nehody: 24.5 2013

Počet cestujúcich/členov posádky: 75/5



Obr. 4.18 Airbus A319 G - EUOE [19]

Zhrnutie

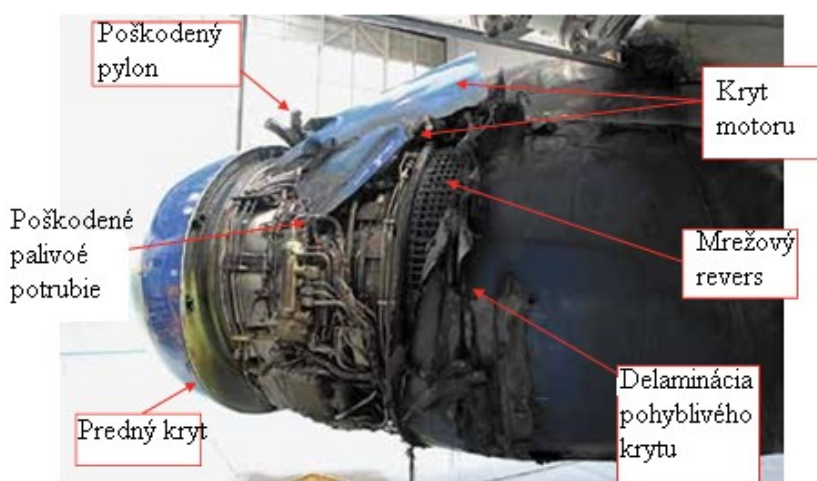
Letún letel na pravidelnej linke z Londýna do Osla. Letún štartoval z letiska London - Heathrow z dráhy 27L. Počas vzletu z letiska Heathrow sa otvorili kryty dmychadla na oboch motoroch. Po otvorení a následnom odpadnutí krytov dmychadla zaznamenali piloti stratu hydraulického kvapaliny v žltom okruhu, zhoršenie ovládania ťahu motorov a veľký únik paliva. Piloti vyhlásili stav PAN a začali sa vracieť na letisko Heathrow. Počas priblíženia na letisko začal pravý motor horieť, bol vyhlásený stav MAYDAY. Piloti spustli hasenie motora a následne motor vypli, avšak nepodarilo sa ho úplne uhasiť. Letún nakoniec

bezpečne pristál, a zastavil na dráhe 27R. Letiskový hasiči požiar na pravom motore uhasili, medzitým sa všetci cestujúci a členovia posádky evakuovali bez zranení na ľavej strane trupu po sklzoch.[20]

Poškodenie letúna

Vonkajšie a vnútorné kryty dmychadla sa oddelili v blízkosti závesoch delamináciou kompozitovej štruktúry, odletujúce kryty pravého motora ťažko poškodili konštrukciu pylónu, na ľavej strane bol poškodený potáh pylónu. Odletujúce kusy ďalej poškodili nábežne hrany na oboch krídlach, núdzové východy a spodnú časť trupu. Poškodená bola pravá vnútorná klapka a sloty č.2,3 a 4, brzdové hydraulické potrubie a nábežná hrana výškového stabilizátoru.

Na ľavým motore okrem krytov dmychadla nebolo zaznamenané žiadne poškodenie. Na pravým motore boli však škody podstatne väčšie letún mal motory IAE – 2522 – A5, kde je mrežový reverz, ktorý sa skladá



Obr. 4.19 Poškodenie ľavej strany pravého motora[20]

z kanálu v tvare C, mriežkovanej štruktúry z uhlíkových vlákien ktorá sa nazýva kaskádové lopatky a translačného krytu. Kaskádové lopatky a translačný kryt bol na vnútornej strane motora silne poškodený teplom, vonkajšia strana motora bola poškodená menej, ale taktiež došlo k delaminácii a zuhoľnateniu translačného krytu. Na celom motore bola poškodená elektroinštalácia, jednalo sa ale hlavne o povrchové poškodenia a poškodenia izolácie. Ďalej bolo na motore poškodené palivové potrubie, ktoré je umiestnené na skrini dmychadla a vedie palivo do palivo olejového výmenníku, ďalšie poškodenie palivového potrubia bolo zaznamenané na spätnej trubke, ktorá vedie do jednotky FMU. Poškodené bolo aj vedenie sond T2/P2 medzi motorom a pylónom.[20]

Popis nehody

Technici vykonávali týždennú prehliadku na letúnu G – EUOE v noci pred odletom, ktorá obsahovala kontrolu hladiny oleja IDG, čo zahŕňa zdvihnutie krytov dmychadla, technici potom zistili, že na oboch motoroch je potreba doplnenia stavu oleja, k tomu je ale potreba špeciálnu pištoľ, ktorá bola v inej časti letiska, preto sa rozhodli prácu odložiť na neskôr a pracovať na iných letúnoch, ktoré mali na starosti. Technici zavreli kryty dmychadla, avšak ich nechali nezaistené, kvôli tomu, že



Obr. 4.20 Nezaistené západky na ľavom motore[20]

mali v pláne sa neskôr vrátiť a prácu dorobiť, to však bolo v rozpore s postupmi AMM v, ktorých je dané, keď technik odchádza od letúna musí kryty buď nechať otvorené alebo ich zavrieť a zaistiť západkami, (bolo však zistené, že takto postupuje veľa používateľov a stalo sa z toho také nepísané pravidlo) Po viac ako 3 hodinách sa technici vrátili k letúnu, ale pomýlili si stojánku a išli k letúnu G – EUXI na ktorom sa tiež robila týždenná prehliadka po vykonaní kontroly hladiny oleja IDG sa vrátili na základňu, kde vypísali technicky denník oboch lietadiel. Západky však na lietadle G – EUOE ostali odblokované a už si to nikto nevšimol ani piloti, ktorý robili predletovú prehliadku ani pozemná obsluha. Pri vzletu sa nezaistene kryty uvoľnili.[20]

Hlavné príčiny nehody

1. Technici vykonávajúci prácu na IDG nepostupoval podľa AMM, kvôli uľahčeniu práce.
2. Možná únava spôsobila zámenu letúnov.
3. Piloti nevykonali správne predletovú prehliadku.[20]

Možné riešenie

Pravidla a postupy boli navrhnuté a testované a preto by sa mali dodržiavať ak narazíme na obchádzanie týchto pravidiel mali by sme to nahlásiť už len kvôli tomu, že tieto nepísané pravidla môžu mať zlý vplyv na bezpečnosť, pracovníci by sa však nemali báť tieto skupinové normy nahlasovať, pretože dané predpisy sa môžu na základe týchto nepísaných pravidiel upraviť a zvýšiť efektivitu práce a na základe toho aj môžeme pozitívne ovplyvňovať asertivitu.

5 Štatistika príčin chýb v údržbe

Sledovať a hľadať príčiny chýb v údržbe letúnov je veľmi zložitú už len kvôli tomu, že nie vždy sú všetky incidenty nahlásené. Veľa krát sa stáva, že na chybu sa príde až počas kontroly a musí byť dodatočne opravovaná. Ďalšie nedostatky môžu vzniknúť aj počas letu, ale pokiaľ sa nič závažne nestane tak nie je veľká snaha o ich nahlásenie. Preto konečné výsledky štatistík môžu byť kvôli takýmto situáciám čiastočne skreslené.

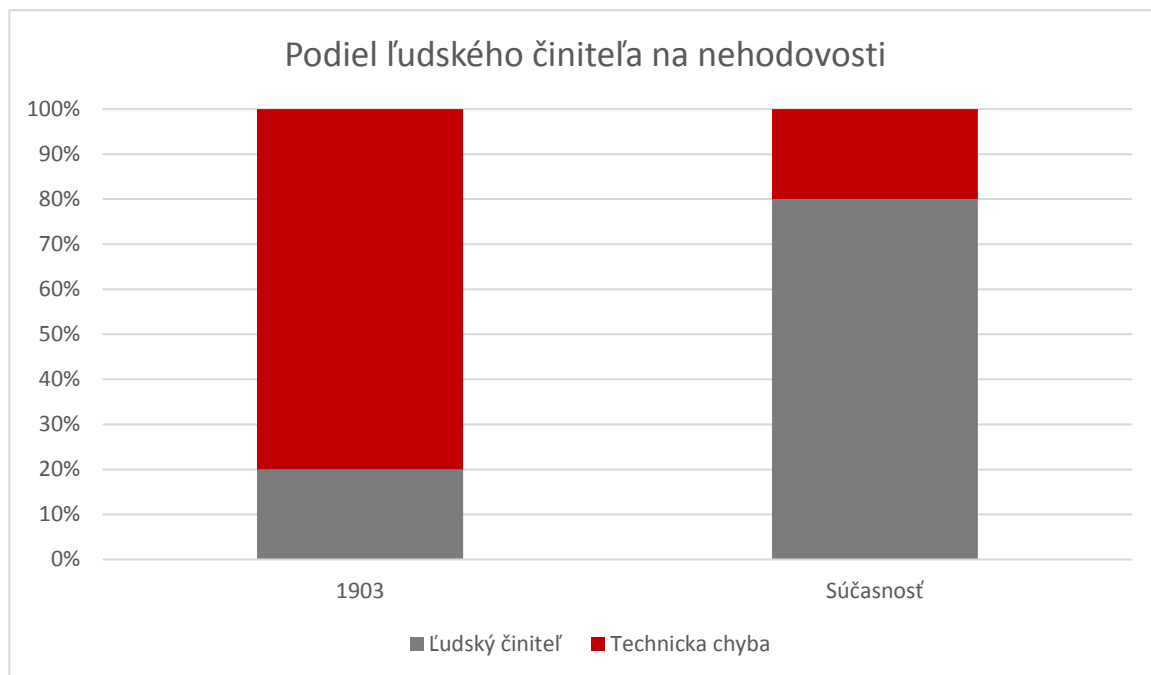
Heinrichov pomer je analýza, ktorá nám popisuje koľko nezodpovedných jednaní pripadá na jednu nehodu. V letectve pripadá na jednu nehodu až 600 nespoľahlivých jednaní. Ktoré nie sú nahlásené.



Obr. 5.1 Heinrichov pomer

V letectve má podľa štatistík najväčší podiel nehôd a incidentov chyba pilota, tato chyba sa vyskytuje v skoro 65 % prípadov, naopak údržba má na svedomí „len“ niečo okolo 4%. Keď sa však nad týmto zamyslíme musíme tiež brať do úvahy, že chybu, ktorú spôsobí pilot môže aj sám napraviť. Na rozdiel od údržby, keď sa za letu vyskytne chyba ktorú spôsobil technik niekde v systéme letúna, tak to môže pilot napraviť len veľmi ťažko. Ďalší aspekt, ktorý treba brať v úvahu a už som ho spomínal je že hodne chýb nie je zaevidovaných.

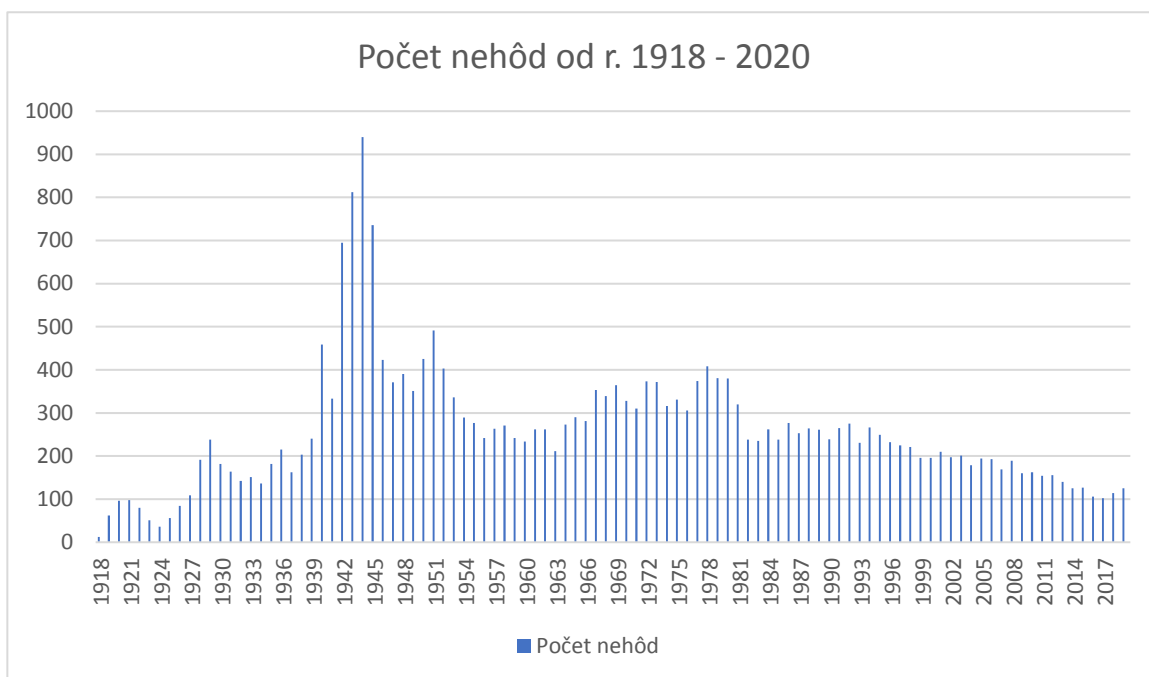
5.1 Všeobecné štatistiky nehodovosti v letectve



Graf č. 5.1[28]

Na počiatku letectva v dobách priekopníkov v letectve tvorilo 80% všetkých nehôd technická chyba. Dôvodom bolo hlavne to, že letectvo bolo „ešte len v plienkach“. Všetky technické poznatky, ktoré ľudia začali používať boli nové. Technológie výroby neboli ešte tak dokonale zvládnuté ako dnes. Údržba prakticky neexistovala alebo sa používala metóda opravy až po poruche, čo sa veľmi odrazilo na spoľahlivosti leteckých celkov. Letecké prístroje, konštrukcie a celky boli dosť primitívne, čo znamenalo, že zlyhanie ľudského činiteľa bolo zriedkavejšie.

Postupom času sa ale technológie začali zlepšovať, údržbové systémy sa po 2 sv. vojne začali rýchlo vyvíjať, čo sa pozitívne odrazilo na spoľahlivosti leteckých celkov. Na druhú stranu konštrukcie, avionické systémy a letecké sústavy začali byť zložitejšie. Aj, keď vývoj automatizovaných systémov pomáhal znižovať chybu ľudského činiteľa, tak postupom času sa začali pomery obracať a k dnešným dňom tvorí chyba ľudského činiteľa podiel až 80%.



Graf č. 5.2[27]

Na grafu č. 2 môžeme vidieť počty nehôd (incidenty nie sú zahrnuté) od roku 1918 až po súčasnosť. Najviac nehôd za rok bolo počas 2 sv. vojny, kde sa čísla zastavili pred 1000 nehodami ročne. Graf nám jasne ukazuje, že zhruba od roku 1981 majú počty nehôd klesavú tendenciu približne z 220 na 100 nehôd ročne. Toto číslo nemusí síce vypadáť ako veľký skok, ale treba si zároveň uvedomiť že v roku 1981 bolo prepravených zhruba 1 100 000 000 pasažierov a v súčasnosti je prepravovaných ročne viac ako 5 000 0000 000 pasažierov.

Za znižovanie nehôd samozrejme musíme hľadať niekoľko faktorov ako sú moderné konštrukčné riešenia, vznik nových technológií. Jeden z najväčších faktorov je však ľudský činiteľ, kde sa snažíme minimalizovať chybu ľudského činiteľa rôznymi spôsobmi ako sú automatizácia systémov v letúnoch, dostatočný výcvik personálu, zavádzaním bezpečnostných kritérií a pod.

V súčasnej dobe je nehodovosť leteckej dopravy na najnižších číslach v histórii letectva, avšak treba neustále byť na pozore pretože sa čoraz častejšie stáva, že sa peniaze uprednostňujú na úkor bezpečnosti. (viz. Boeing 737- MAX).

5.2 Štatistika nehodovosti rozdelená podľa generácie letúnov

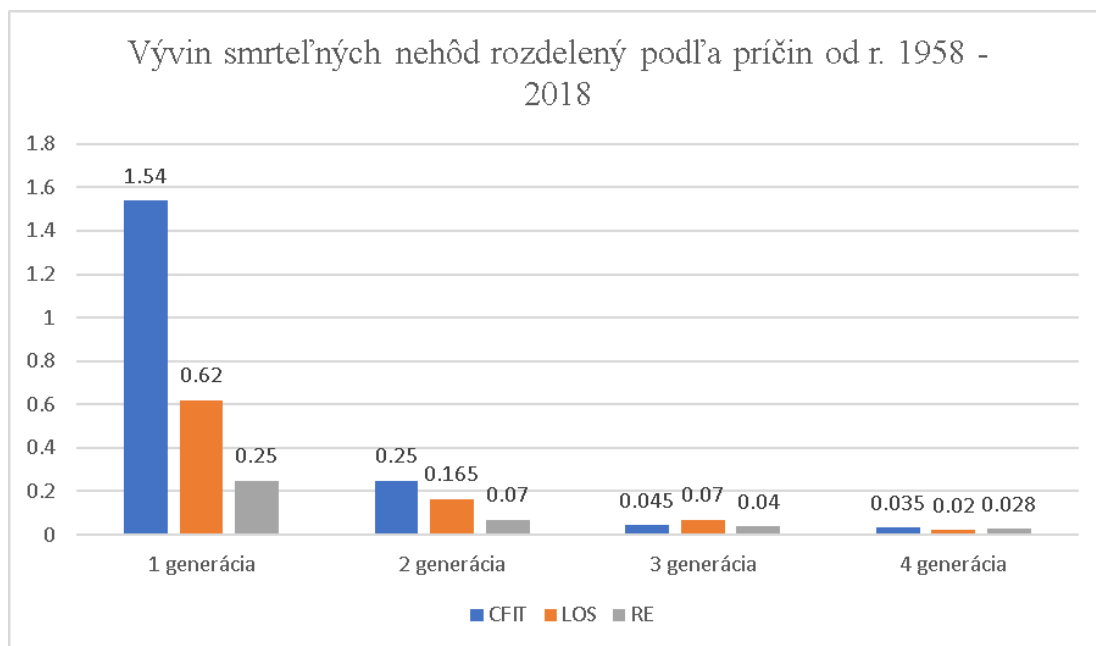
Ako sme mohli vidieť na minulom grafe tak nehodovosť v leteckej doprave prestala stúpať v 70 a 80 rokoch minulého storočia. Dôvodom bolo hlavne vyššie vzdelanie leteckého personálu, zvyšovanie bezpečnostných kritérií a uvedomovanie si ľudského činiteľa. Avšak kritickým prvkom sa stala konštrukcia a systémy letúnov, ktoré sa neustále zdokonaľovali a zvyšovali svoju automatizáciu až do takého štádia, kedy človek už je v kokpite skôr ako kontrolný prvok. Technológie leteckých systémov boli vyvíjane postupne v 4 generáciách.[29]

1 generácia – tieto letúne boli navrhnuté v 50 a 60 rokoch 20 storočia ich systémy boli značne obmedzené analógovými obvodmi. (Comet, Caravelle, BAC-111, Trident, VC-10, 707, 720, DC-8, Convair 880/890).

2 generácia – začali sa vo väčšej miere používať automatické systémy. (A300B2/B4, Mercure, F-28, BAe146, VFW 614 727, 737-100 & -200, 747-100/200/300/SP, L-1011, DC-9, DC-10).

3 generácia – v 80 rokoch sa začali používať digitálne systémy. Bol vyvinutý „Glass cockpit“, systém riadenia letu (FMS). Navigačné systémy boli značne zdokonalené a začali spolupracovať s inými systémami napríklad: varovanie pred priblížením k zemi (TAWS), to značne znížilo riadené lety do zeme (CFIT). (A300-600, A310, Avro RJ, F-70, F-100, 328JET, 717, 737 Classic & NG/MAX, 757, 767, 747-400/-8, Bombardier CRJ, Embraer ERJ, MD-80, MD-90).

4 generácia – prvý letún tejto generácie bol A320 predstavený v r.1988. Letúne 4 generácie bývajú vybavené systémom Fly – By – Wire (FBW). Funkciou zabráňujúcou prekročeniu letovej obálky, čo znižuje riziko straty kontroly nad letúnom (LOC). (A220, A318/A319/A320/A321, A330, A340, A350, A380, 777, 787, Embraer E-Jets).[29]



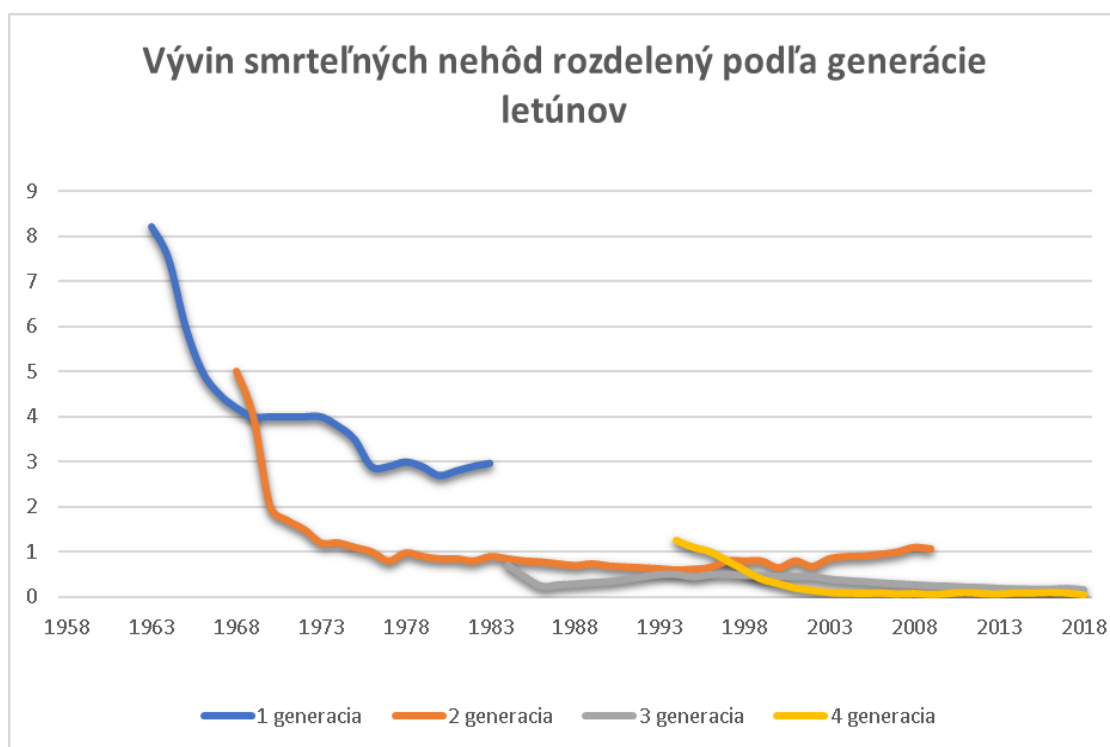
Graf č. 5.3[29]

CFIT: riadený let do zeme

LOS: strata kontroly nad letúnom

RE: vyjdenie z dráhy

Keď porovnáme nehodovosť podľa generácií letúnov na 1 milión letov, môžeme si všimnúť, že medzi generačné rozdiely sú markantné. Ako môžeme vidieť podľa údajov, nehody spôsobené riadeným letom do terénu (CFIT) boli medzi 2 a 3 generáciou znížené o 85%. Ďalej nehody spôsobené stratou kontroly nad letúnom (LOC) boli medzi 3 a 4 generáciou znížené o 75%. Takže na 1 milión letov pripadá 0.02 prípadov straty kontroly letúna.[29]



Graf č. 5.4[29]

Ako môžeme vidieť na grafe tak letúne 1 generácie pri svojich začiatkoch mali viac ako 8 nehôd na milión letov, toto číslo sa postupne darilo znižovať až zhruba na 3 nehody za milión. Posledné letúne prvej generácie dolietali zhruba okolo roku 1985, kedy už viac ako 20 rokov lietali letúne 2 generácie.

Od roku 1964 do roku 2010 lietali letúne 2 generácie, ktoré na konci svojej životnosti mali na konte asi 1.07 nehody na milión letov. Avšak v 90 rokov sa podarilo tento trend znížiť až na 0.7 nehody na milión letov, čo znamená zníženie oproti predchádzajúcej generácii o 80%. Následne mierne zvýšenie nehodovosti by sa dalo pripísať už zastaranosti konštrukcie týchto letúnov, čo malo za následok degradáciu materiálov, nedostatok dielov, a celkový zhoršujúci sa stav leteckých celkov.

Od roku 1980 začali lietať letúne 3 generácie, kde k dnešným dňom došlo k zníženiu nehodovosti na 0.17 nehody na milión letov, čo je ďalšie zníženie o zhruba 70%.

Od roku 1988 začali lietať letúne 4 generácie, a bol zaznamenaný ďalší pokles nehodovosti až na hodnotu 0.05 nehody na milión letov, to znamená oproti 3 generácii zníženie o 70%.[29]

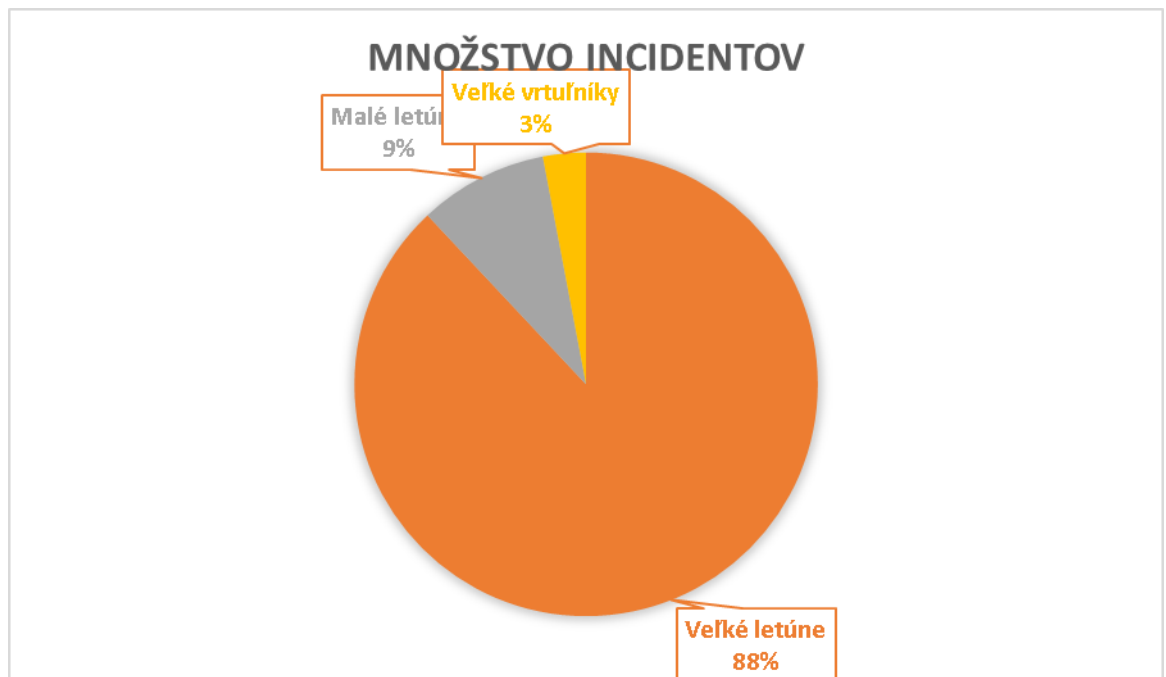
5.3 Štatistiky nehodovosti na základe chybnnej údržby od roku 2000 - 2019

Chyba údržby nie je až tak často príčinou nehôd v letectve ako napríklad chyba pilota, preto sa kladie väčší dôraz na sledovanie pilotov pri vykonávaní ich práce ako na sledovanie leteckých technikov. Používajú sa rôzne prostriedky ako je čierna skrinka, zapisovač letových údajov, kamera v kokpite a pod. Toto zmýšľanie by sa však mohlo stať nebezpečným, musíme si totiž uvedomiť, že ak pilot spôsobí chybu tak ju stále dokáže zvrátiť, pokiaľ si uvedomí, čo urobil zle. Na druhej strane, pokiaľ urobí chybu letecký technik, ktorý pracuje na rôznych systémoch tak pilot nedokáže tuto chybu odstrániť. Pokiaľ je to možné musí sa vrátiť na letisko a núdzovo pristáť. Dobrým príkladom môže byť zlé zaistenie motorových krytov, ktoré sa pri vzleto otvoria a uvoľnia, kedy môžu poškodiť palivový systém na motoru a môže dôjsť k požiaru, čo vážne ohrozí bezpečnosť letu.



Obr. 5.2 Uvoľnený kryt motoru A319[20]

Na obrázku môžeme vidieť aké poškodenie môže spôsobiť zle zaistený kryt motoru: poškodená motorová gondola, požiar motoru, poškodenie palivového potrubia, poškodenie slotov a klapiek. A to boli „len“ nezaistene západky krytu motora.



Graf č. 5.5

Na nasledujúcom grafe môžeme vidieť percentuálne zastúpenie incidentov v údržbe letúnov, tento graf bol vytvorený britským CAA (Úrad pre civilne letectvo.) Na grafe môžeme vidieť, že 88% incidentov v údržbe spadá pod veľké letúne (nad 5700 kg) , ktorými sa zaoberá práve táto práca. Toto číslo je také vysoké aj z toho dôvodu, že veľké letúne v komerčnej doprave sú pod väčším drobnohl'adom úradov ako malé letúne, ktoré nespádajú pod obchodnú leteckú dopravu a preto aj menšie incidenty môžu byť nahlásené. Veľké letúne sú taktiež oveľa zložitejšie stroje. To znamená, že je väčšia šanca, že môže dôjsť k chybám a vzniku rôznych incidentov. Samozrejme z dôvodu ťažkého sledovania údržbových org. nie sú nahlásované všetky incidenty a nespoľahlivé jednanie a vždy sa menšie incidenty dajú utajiť. (viz. Heinrichov pomer.)

Ďalej môžeme vidieť, že 9% incidentov sa týka malých letúnov. Treba však brať v úvahu, že údržba, menších letúnov nie je pod takým drobnohl'adom úradov ako u veľkých letúnov takže hodne incidentov údržbovými organizáciami nie je nahlásované. Takže daný počet incidentov môže byť väčší.

Veľké vrtuľníky sa spravidla používajú k komerčným účelom alebo záchranským prácam takže sa nestáva veľa incidentov, kedy môže dôjsť k zlyhaniu. Ďalší dôvod prečo u veľkých vrtuľníkov nedochádza k vysokým počtom incidentov je, že oproti letúnom sú ich počty malé.



Graf č. 5.6

Keď sa bližšie pozrieme na nasledujúci graf, tak zistíme, že faktor, ktorý najviac prispieva k tvoreniu incidentov a nehôd sú skupinové normy, kedy sa technik neriadi podľa manuálu ale vytvára si vlastne postupy a riadi sa podľa nich. Môžeme vidieť, že tento faktor sa vyskytuje zhruba v každej druhej nehode alebo incidentu, ktorý vznikne.

Nedostatky v komunikácii sa vyskytujú v každej tretej nehode, treba však brať v úvahu, že sú to väčšinou nedostatky v interpretovaní informácii s manuálu, kedy následne musel byť manual pozmenený.

Na každej šiestej nehode sa podieľal nedostatok prostriedkov, čo je už síce menší podiel ako u predošlých faktorov ale stále je to významná časť.

Za povšimnutie stojí taktiež faktor „Nátlak“, ktorý má nižšie hodnoty než by sa očakávalo a podieľa sa zhruba na každej 25 nehode. Čo naznačuje, že údržbové organizácie nevyvíjajú na svojich zamestnancov veľký nátlak a poučili sa z minulých chýb. Ďalší faktor, ktorý prispel k tejto skutočnosti je aj dostatočná asertivita technikov, ktorý si uvedomujú, čo dokážu zvládnuť a robia tak aby nespôsobovali nátlak sami na seba, čo prispieva taktiež k nízkym stresovým situáciám. Toto tvrdenie platí v obecnej rovine a i keď je pravda, že asertivita technikov je k dnešným dňom na vysokej úrovni, tak treba brať v úvahu, že technik je pod časovým nátlakom neustále, kvôli termínom, ktoré sú stanované.

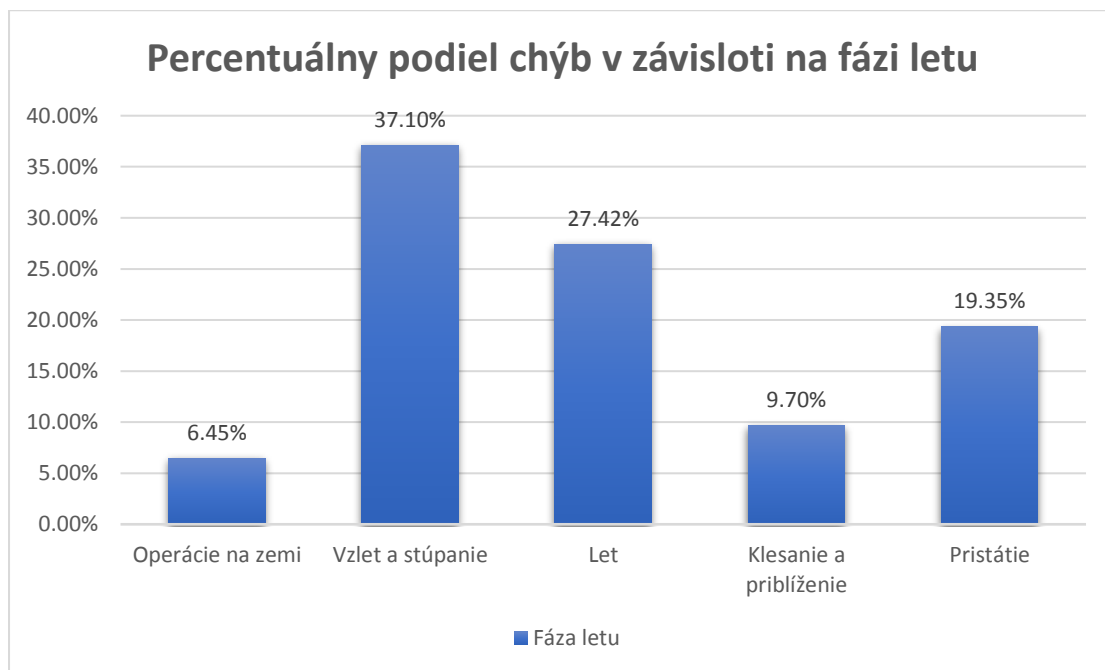


Graf č. 5.7

Nasledujúci graf nám ukazuje, kedy došlo k pochybeniu leteckého technika, mierne prevažuje čas v noci aj, keď v minulom grafu nám bolo ukázane, že únava spôsobí 7% incidentov a nehôd. Musíme však brať aj v úvahu, že za všetko nemôže len únava. Na pracoviskách večer je menej ľudí, takže človek sa nemá s kým poradiť, ľudská výkonnosť je v noci nižšia najmä pred ránom, kedy je najnižšia. Prostredie v ktorom človek pracuje môže byť nedostatočne osvetlené alebo naopak až príliš moc osvetlené.

Vplyv únavy a ostatných faktorov na človeka sa dá minimalizovať rôznymi spôsobmi ako sú: zložité úlohy plánovať na denné smeny, neskúsených leteckých technikov neplánovať do nočnej smeny, jednotvárne úlohy rozdeliť do viacej celkov s pauzami, nepreťahovať smeny, poskytovať, čo najviac času na spánok, po nočných smenách poskytovať voľno. Tieto opatrenia môžu mať za následok zníženie počtu pochybení cez noc.

Výsledky, ktoré sú uvedené v tomto grafu môžu byť v skutočnosti mierne odlišné od skutočnosti, pretože v zhruba 30 % záverečných správach o nehode alebo incidente nebolo uvedené, kedy bola vykonávaná údržba.



Graf č. 5.8

Pokiaľ sa letecký technik dopustí chyby tak daná chyba sa môže prejaviť hneď pri rolovaní alebo pri vzlete a stúpaní. Pokiaľ sa daná chyba prejaví ešte na zemi, tak nemusí nutne dôjsť k ohrozeniu posádky a cestujúcich ale určité riziko ohrozenia tu je. Pokiaľ sa však chyba prejaví počas vzletu a stúpania môže dôjsť k vážnemu ohrozeniu letu. Vzlet a stúpanie je kritická fáza, kedy piloti nemusia mať dostatočnú výšku a čas na riešenie problému. Ďalší problém je, že letún má nádrže plné paliva, čo pri núdzovom pristáti zvyšuje riziko požiaru. Preto výskyt chyby v tejto fáze letu môže byť veľmi nebezpečný.

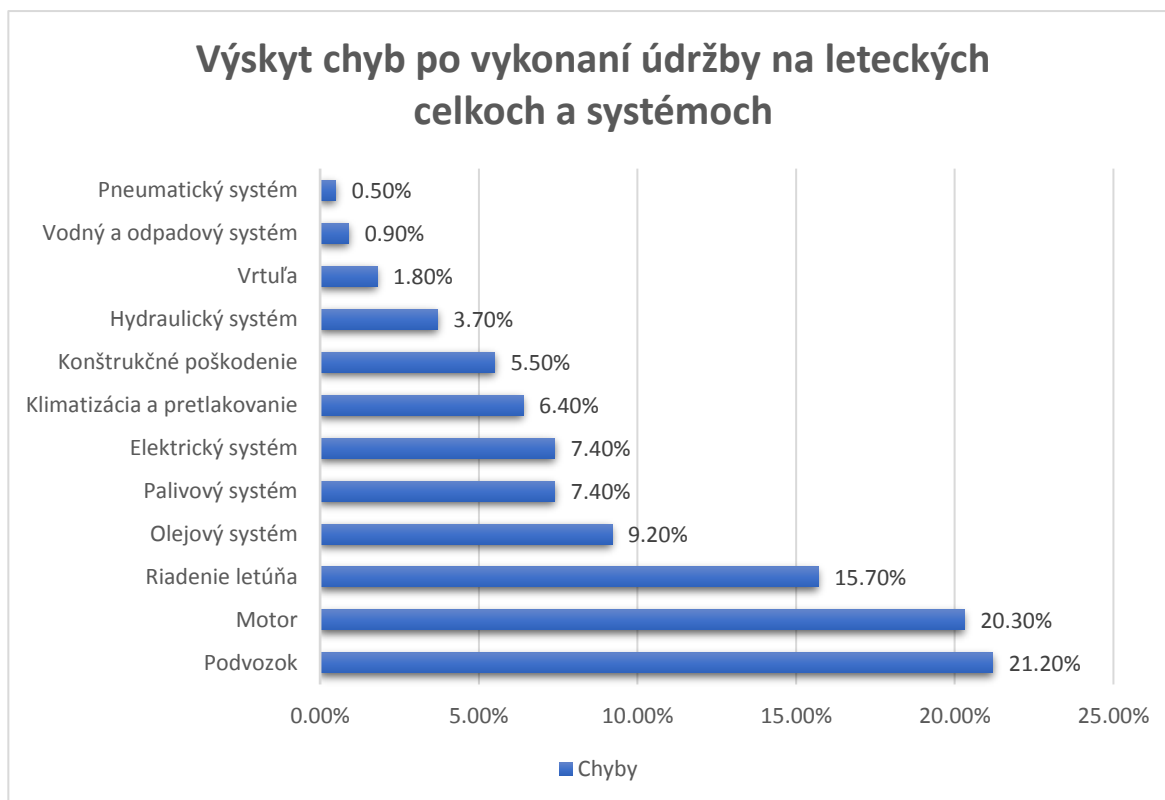
Po nesprávnej vykonanej údržbe sa môže chyba stať latentná a prejaví sa až v neskoršej fáze letu. Taktiež sa môže prejavíť aj po niekoľko mesiacoch až rokoch, kedy môžu vzniknúť problémy pri určovaní problému, dohľadani prác na letúne a určení konkrétnych osôb ktoré sa na vzniku chyby podieľali. Latentná chyba sa môže prakticky prejavíť v každej fáze letu.

Ak sa chyba prejaví počas letu v letovej hladine piloti majú podstatne viac času a hlavne výšky na riešenie problému. Pokiaľ chyba nie je fatálna majú piloti väčšiu šancu na úspešne zvládnutie problému.

Pri klesaní a priblížení k letisku majú piloti podobne ako pri vzlete a stúpaní podstatne menej času a výšky na riešenie problému, keďže pri pristávaní sa taktiež znižuje rýchlosť letúna na pristávaciu rýchlosť, tak vzniká veľké riziko neúspešného pristátia.

Výskyt chyby pri pristávaní môže spôsobiť odrazenie od dráhy a následne poškodenia podvozku, vyjdenie z pristávacej dráhy, čo môže byť nebezpečné.

Ako sme už mohli vyčítať z grafu viac ako 37.1% chyb sa prejaví v tej najnebezpečnejšej fázy letu(vzlet a stúpanie). Najmenej chyb sa prejaví práve pri operáciách na zemi, asi 6.45%, kde je nebezpečenstvo najnižšie. Počas letu je to viac ako 27.4% chýb, pri klesaní a priblížení je to 9.7% chýb. U priblíženia sa vyskytne 19.35% všetkých chyb na základe chybnéj údržby.



Graf č. 5.9

Z nasledujúceho grafu je vidno, že najviac chyb po vykonaní údržby sa vyskytne na podvozku, motoroch a riadení letúňa. Je to vlastne z toho dôvodu, že tieto lietadlové celky sú pomerne zložité na údržbu a údržba sa musí vykonávať neustále. Preto je aj najväčšia šanca, že chyba po údržbe sa vyskytne práve tu. Výskyt chyby u podvozku je aj častý preto lebo tento celok je jedným z najviac namáhaných častí na letúne, spoločne s motorom. Takže aj sebe menšia chyba sa prejaví okamžite. Ďalej treba poznamenať, že viac ako polovica chyb na motore sa týka nezaistených krytov.

Najmenej sa chyby vyskytujú na pneumatickom systéme, vrtuliach a odpadovom systéme letúňa. Pneumatický a odpadový systém, je pomerne jednoduchý na údržbu a nemajú životne dôležité úlohy pre fungovanie letúňa, čo nás dostáva do ďalšieho aspektu, kedy chyby na týchto systémoch nemusia ohrozovať bezpečnosť letu a preto sa stáva, že sa úradom nenahlásia, čo môže graf a výsledky podstatne ovplyvňovať. Na vrtuliach je malý počet chyb oproti ostatným celkom, hlavne preto lebo veľkých letúnov s vrtuľami je podstatne menej ako s motormi prúdovými.

U systémoch, kde sa používajú kvapaliny alebo plyny prevažujú chyby ako sú nesprávna montáž tesnení, montáž nesprávnych tesnení a nesprávne spojenie potrubí a armatúr.

6 Zhodnotenie dosiahnutých výsledkov

Ako bolo napísane vyššie, je veľmi dôležité brať v úvahu, že výsledky mojej analýzy môžu byť do istej miery skreslené a, to hlavne kvôli tomu, že nie všetky incidenty, bezprostredne ohrozujú let a tým pádom nie je záujem ich nahlasovať (viz Heinrichov pomer).

Ďalej nehody, ktoré sa stanú v údržbovej organizácii sa nijak neklasifikujú. Napríklad: keď pri výkone práce dôjde k pádu letúna zo zdvihákov a zomrie pritom letecký technik nie je to nehoda ani incident. Preto všetky tieto pochybenia ani nemusia byť uverejnené a je zložité až nemožné sa k nim dostať. Všetky nehody a incidenty, ktoré som analyzoval sa stali počas vykonávania letu za účelom prevozu pasažierov alebo letúna, takže všetky informácie a záverečné správy boli verejné. Na základe týchto všetkých údajov je spracovaná moja analýza a štatistiky.

Každá chyba ktorá sa prejavila pri nedostatočnej údržbe, nebola pred odletom zaznamenaná a to z jediného dôvodu, po vykonaní údržbových prác bolo viac ako 80% úkonov nedostatočne skontrolovaných, čo malo za následok nepovšimnutie vzniknutej chyby.

Všetky dosiahnuté výsledky už boli dostatočne zanalyzované v predošlej kapitole pod každou štatistikou.

7 Záver

Chyby spôsobené ľudským činiteľom v údržbe lietadiel, sú docela aktuálne téma avšak stále je v tieni chýb, ktoré vznikli na základe chyby pilota. Takáto situácia sa da vysvetliť aj tým, že chyby, ktoré spôsobí pilot sa vyskytujú častejšie. To však ale neznamená, že by sa ľudský činiteľ a celkovo bezpečnosť práce v údržbových organizáciách neriešila. Treba si však uvedomiť letecký technik pri vykonávaní svojej činnosti býva pod tlakom dvoch obrovských hráčov. Na jednej strane je zákazník a na druhej strane údržbová organizácia, ktorý tlačia na, dokončenie údržby v termíne. Letecký technik však musí svoju prácu vykonať správne bez vzniku chýb. Pretože nakoniec on zodpovedá za svoju prácu a za životy na palube, preto aj rôzne letecké organizácie a úrady vytvárajú rôzne programy a koncepty, ktorými sa snažia eliminovať chyby.

Veľký krok k zvýšeniu bezpečnosti a povedomia leteckých technikov o nástrahách v údržbe lietadiel nastal po nehode B747 TWA 800 v roku 1996. Nehodu spôsobil výbuch palivovej nádrže, kde sa vznietili výpary od skratu na kabeláži. Po vyšetrovaní nehody vznikol program FUEL TANK SAFETY – Bezpečnosť palivových nádrží. Tento program zahrnoval predpis SFAR 88, kde boli uvedené nové požiadavky na konštrukcie palivových nádrží a ich modifikácie u starších letúnov. Program ale taktiež zahrňoval koncept CDCCL (dozor a obmedzenie nad rozhodujúcim prevedením zostavy palivového systému.) Tento koncept vlastne obsahuje inštrukcie ako dodržať bezpečnosť palivových nádrží pri zmene konfigurácie, opravy alebo údržbovej činnosti. Ďalším programom, ktorý vznikol po vyšetrovaní nehody TWA 800 bol EWIS (systém elektrického prepojenia), tento koncept zahrňuje elektrickú kabeláž, vedenie kabeláže, svorky a pod. Slúži leteckým technikom k určovaniu a zisťovaniu poškodenia kabeláže a ich následnú výmenu alebo opravu. Tieto programy musí mať splnené každý letecký technik, kde je výučba zakončená písomnou skúškou a vystavením certifikátu o úspešnom absolvovaní. Tak ako EWIS aj Bezpečnosť palivových nádrží je zahrnutá v pokračovacom výcviku, to znamená, že táto výučba sa opakuje každé 2 roky aby mali všetci stále aktuálne informácie o tejto problematike a mohli svoje poznatky neustále uplatňovať pri vykonávaní údržbovej činnosti a tým znižovať riziko chyby.

Leteckí technici ďalej bývajú oboznamovaný s problematikou ľudského činiteľa pri výuke modulu 9 – ľudský činiteľ. Tento predmet poukazuje na ľudské obmedzenia, ľudskú fyziológiu a psychiku, ktoré si musí každý člen uvedomiť. Technik pri výučbe tohto predmetu získa informácie o fungovaní ľudských zmyslov a ich obmedzení vrátane rôznych psychických a fyzických problémoch s ktorými sa môže pri údržbe stretnúť. Splnenie tohoto modulu je podmienka pre získanie licencie AML Part – 66, takže každý letecký technik má tento modul splnený a uplatňuje ho pri údržbových prácach, tento modul je taktiež zahrnutý v pokračovacom výcviku.

Organizácie ako EASA, ICAO a FAA sa snažia eliminovať chyby v údržbe aj inými spôsobmi, pre začínajúcich technikov je povinný OJT výcvik, čo je vlastne zácvik na pracovisku a zoznámenie sa s prostredím, ďalšou podmienkou pre vykonávanie práce je aj taká, že letecký technik musí mať za 2 roky minimálne 6 mesiacov práce na danom type letúna.

Ďalej treba poukázať aj na to, že situácia v údržbových organizáciách sa neustále zlepšuje o čom svedčia aj znižujúce sa počty nehôd a incidentov, týmto môžem prehlásiť, že opatrenia a rôzne programy fungujú.

Problém však nastáva v prípade faktorov Dirty dozen, kde niektoré tieto faktory bývajú dosť často porušované, dovoľm si tvrdiť, že keby sa tieto faktory prestali porušovať a začali sa viac uplatňovať riešenia, ktoré som už spomínal, počet nehôd a incidentov by sa znížil. Z tohto vyplýva, že aby sme znížili počty chýb v údržbe bude potreba sa v budúcnosti zameriavať na porušovanie týchto faktorov, čo by sa mohlo podariť docieľiť napríklad pomocou kamerových záznamov, ktoré by sledovali prácu leteckého technika. Otázkou ale je, že či by to leteckým technikom nezvyšovalo mieru stresu, keby sa im „pozerali pod ruky.“

Ako som už spomínal v kapitole vyššie viac ako 80% práce vykonanej na letúnu bolo nedostatočne skontrolovaných, čo bola posledná ochrana pred vznikom incidentu alebo nehody. Dovoľujem si tvrdiť, keby väčšina práce bola správne a dôkladne skontrolovaná, nemuselo by k väčšine nehôd a incidentov spôsobených chybou v údržbe vôbec dôjsť.

Nakoniec však treba poznamenať, že pokiaľ bude v systéme človek, tak sa chyby budú vyskytovať neprestajne, záleží len ako často.

PodĎakovanie

Rád by som poďakoval svojmu vedúcemu bakalárskej práce Mgr. Karlovi Szydłowskému za odborné vedenie práce, poskytnutie cenných rad, postrehov a hlavne za pozitívne jednanie a trpezlivosť pri konzultáciách ohľadom práce.

8 Zoznam použitej literatúry

1. ANON., nedatováno. KAPITOLA I. LIDSKÝ ČINITEĽ V LETECKÉ DOPRAVĚ (ČÁST 1) | Zvýšení vědecko výzkumného potenciálu pracovníků a studentů technických vysokých škol v oblasti dopravy [online] [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: <http://projekt150.ha-vel.cz/node/117>
2. ANON., nedatováno. Předpisy [online] [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
3. ANON., nedatováno. Maintenance Error Decision Aid (MEDA) - SKYbrary Aviation Safety [online] [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: [https://www.skybrary.aero/index.php/Maintenance_Error_Decision_Aid_\(MEDA\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Maintenance_Error_Decision_Aid_(MEDA))
4. ANON., nedatováno. Fatigue Risk in Maintenance - SKYbrary Aviation Safety [online] [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: https://www.skybrary.aero/index.php/Fatigue_Risk_in_Maintenance#Accidents_and_Incidents
5. ANON., nedatováno. Boeing_747-436__G-CIVX_10-16.pdf [online] [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/57d6bad740f0b65264000031/Boeing_747-436__G-CIVX_10-16.pdf
6. ANON., nedatováno. ATR72-202_EI-SLG_07-12.pdf [online] [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5422fddc40f0b6134200086d/ATR72-202_EI-SLG_07-12.pdf
7. ANON., nedatováno. Incident: British Airways B744 at London on Jan 30th 2016, both main gear did not extend [online] [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: <https://avherald.com/h?article=4932a82e>
8. ANON., 2020. British Airways Flight 5390 [online]. [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=British_Airways_Flight_5390&oldid=954401537
9. ANON., nedatováno. Air Contractors ATR 72 (all models) photo by Piotr Gryzowski [online] [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: <https://www.airplane-pictures.net/photo/1018113/ei-slg-air-contractors-atr-72-all-models/>
10. ANON., nedatováno. Cessna Model 560XL Citation XLS business jet (G-OROO) taxis for Stock Photo: 41789714 - Alamy [online] [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: <https://www.alamy.com/stock-photo-cessna-model-560xl-citation-xls-business-jet-g-oroo-taxis-for-takeoff-41789714.html>

11. ANON., nedatováno. Crash of a Beechcraft 1900D in Charlotte: 21 killed | Bureau of Aircraft Accidents Archives [online] [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: <https://www.baaa-acro.com/crash/crash-beechcraft-1900d-charlotte-21-killed>
12. JERSEY AIRPORT PHOTOGRAPHY, 2015. G-CELD Boeing 737-33A [online]. photo. 23. květen 2015. [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/jersey-airport/17646364973/>
13. JERSEY AIRPORT PHOTOGRAPHY, 2015. G-CELD Boeing 737-33A [online]. photo. 23. květen 2015. [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/jersey-airport/17646364973/>
14. RANTER, Harro, nedatováno. Photo of Convair CV-580 LN-PAA - Aviation Safety Network [online] [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: <https://aviation-safety.net/photo/8960/Convair-CV-580-LN-PAA>
15. ANON., nedatováno. C-GITS, Airbus A330-243, Rolls Royce Trent 772B, This is the aircraft that had to glide 85 nautical miles with no fuel Images, Photography, Stock Pictures, Archives, Fine Art Prints [online] [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: <https://photovault.com/271478>
16. ANON., nedatováno. 20010824-1_A332_C-GITS.pdf [online] [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: https://reports.aviation-safety.net/2001/20010824-1_A332_C-GITS.pdf
17. ANON., nedatováno. An Airbus A320-200 Of Lufthansa Takes Off At Frankfurt International.. Stock Photo, Picture And Royalty Free Image. Image 39412740. [online] [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: https://www.123rf.com/photo_39412740_an-airbus-a320-200-of-lufthansa-takes-off-at-frankfurt-international-airport-germany-fra-on-april-23.html
18. ANON., nedatováno. Report_01_5X004-0_Frankfurt_A320.pdf [online] [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: https://www.bfu-web.de/EN/Publications/Investigation%20Report/2001/Report_01_5X004-0_Frankfurt_A320.pdf?__blob=publicationFile
19. ANON., nedatováno. G-EUOE British Airways Airbus A319-131 Photo by Alex Sandro Barbosa | ID 386464 | Planespotters.net [online] [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: <https://www.planespotters.net/photo/386464/g-euoe-british-airways-airbus-a319-131>
20. ANON., nedatováno. Aircraft Accident Report 1/2015 - Airbus A319-131, G-EUOE, 24 May 2013. GOV.UK [online] [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: <https://www.gov.uk/aaib-reports/aircraft-accident-report-1-2015-airbus-a319-131-g-euoe-24-may-2013>
21. ANON., nedatováno. The Human Factors „Dirty Dozen" - SKYbrary Aviation Safety [online] [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: https://www.skybrary.aero/index.php/The_Human_Factors_%22Dirty_Dozen%22

22. GREAT BRITAIN a AIR ACCIDENTS INVESTIGATION BRANCH, 1992.
Report on the accident to BAC One-Eleven, G-BJRT over Didcot, Oxfordshire on 10 June 1990. London: HMSO. ISBN 978-0-11-551099-1.
23. ANON., nedatováno. Cessna_560XL_Citation_XLS__G-OROO_03-09.pdf [online] [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5422f9fce5274a13170007c7/Cessna_560XL_Citation_XLS__G-OROO_03-09.pdf
24. RANTER, Harro, nedatováno. ASN Aircraft accident Beechcraft 1900D N233YV Charlotte-Douglas International Airport, NC (CLT) [online] [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20030108-0>
25. ANON., nedatováno. B733, Paris CDG France, 2011 - SKYbrary Aviation Safety [online] [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: https://www.skybrary.aero/index.php/B733,_Paris_CDG_France,_2011
26. ANON., nedatováno. 19890908-0_CVLT_LN-PAA.pdf [online] [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: https://reports.aviation-safety.net/1989/19890908-0_CVLT_LN-PAA.pdf
27. ANON., nedatováno. Statistics | Bureau of Aircraft Accidents Archives [online] [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: <http://baaa-acro.com/statistics>
28. ANON., nedatováno. AERO - MEDA Investigation Process [online] [vid. 2020-05-06]. Dostupné z: https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/qtr_2_07/article_03_2.html
29. ANON., nedatováno. Airbus-Commercial-Aviation-Accidents-1958-2018.pdf [online] [vid. 2020-02-10]. Dostupné z: <https://cdn.aviation-safety.net/airlinesafety/industry/reports/Airbus-Commercial-Aviation-Accidents-1958-2018.pdf>

9 Zoznam príloh

Príloha A – Povolenie vypracovať bakalársku prácu v slovenskom jazyku

Príloha B – MEDA formulár